

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

1c978 U.S. PTO
10/080638
02/21/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 9月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-292053

出 願 人

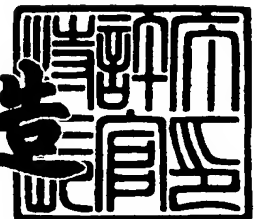
Applicant(s):

コニカ株式会社

2001年12月21日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3111347

5079

【書類名】 特許願

【整理番号】 DMS00285

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 5/18

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 古田 和三

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 茜部 祐一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 森川 雅弘

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 水越 智秀

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 増田 修

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 堀井 康司

【特許出願人】

 【識別番号】 000001270

 【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100081411

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三澤 正義

【電話番号】 03-3361-8668

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007984

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 被描画基材、その金型、光ピックアップ装置、光学素子加工方法、その方法にて加工された基材、電子ビーム描画装置、及び光学素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画基材であって

、
前記曲面部に、該曲面部に入射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を設けたことを特徴とする被描画基材。

【請求項2】 少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画基材であって

、
前記曲面部に、該曲面部より出射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を設けたことを特徴とする被描画基材。

【請求項3】 少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画基材であって

、
前記曲面部に、該曲面部に入射する少なくとも互いに垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を設けたことを特徴とする被描画基材。

【請求項4】 少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画基材であって

、
前記曲面部に、該曲面部に入射する少なくとも互いに垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を設けたことを特徴とする被描画基材。

【請求項5】 電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被

描画層を備えた被描画基材であって、

前記被描画層に、該被描画層に入射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を描画により形成したことを特徴とする被描画基材。

【請求項 6】 電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画層を備えた被描画基材であって、

前記被描画層に、該被描画層より出射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を描画により形成したことを特徴とする被描画基材。

【請求項 7】 電子ビームを走査することにより所定の描画パターンが描画される被描画層を備えた被描画基材であって、

前記被描画層に、該被描画層に入射する少なくとも互い垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を描画により形成したことを特徴とする被描画基材。

【請求項 8】 電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画層を備えた被描画基材であって、

前記被描画層に、該被描画層より出射する少なくとも互い垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を描画により形成したことを特徴とする被描画基材。

【請求項 9】 電子ビームを走査することにより第 1 の描画パターンが描画され一方の面に形成された第 1 の被描画面と、

前記第 1 の被描画面と反対側の他方の面に形成され、前記第 1 の描画パターンと異なる第 2 の描画パターンが描画される第 2 の被描画面と、

を備えた被描画基材であって、

前記第 1 の被描画面は、該第 1 の被描画面に入射する少なくとも互い垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有し、

前記第 2 の被描画面は、前記第 1 の被描画面に入射し前記第 2 の被描画面より出射する光を回折する回折格子構造を有することを特徴とする被描画基材。

【請求項10】 電子ビームを走査することにより第1の描画パターンが描画され一方の面に形成される第1の被描画面と、

前記第1の被描画面と反対側の他方の面に形成され、前記第1の描画パターンと異なる第2の描画パターンが描画される第2の被描画面と、

を備えた被描画基材であって、

前記第1の被描画面は、該第1の被描画面に入射する光を回折する回折格子構造を有し、

前記第2の被描画面は、前記第1の被描画面にて回折された少なくとも互い垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有することを特徴とする被描画基材。

【請求項11】 電子ビームを走査することにより第1の描画パターンが描画され一方の面に形成される第1の被描画面と、

前記第1の被描画面と反対側の他方の面に形成され、前記第1の描画パターンと異なる第2の描画パターンが描画される第2の被描画面と、

を備えた被描画基材であって、

前記第1の被描画面は、該第1の被描画面に入射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を有し、

前記第2の被描画面は、前記第1の被描画面に入射し前記第2の被描画面より出射する光を回折する回折格子構造を有することを特徴とする被描画基材。

【請求項12】 電子ビームを走査することにより第1の描画パターンが描画され一方の面に形成される第1の被描画面と、

前記第1の被描画面と反対側の他方の面に形成され、前記第1の描画パターンと異なる第2の描画パターンが描画される第2の被描画面と、

を備えた被描画基材であって、

前記第1の被描画面は、該第1の被描画面に入射する光を回折する回折格子構造を有し、

前記第2の被描画面は、前記第1の被描画面にて回折された光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に

偏光分離する偏光分離構造を有することを特徴とする被描画基材。

【請求項 1 3】 電子ビームを走査することにより第 1 の描画パターンが描画され一方の面に形成される第 1 の被描画面と、

前記第 1 の被描画面と反対側の他方の面に形成され、前記第 1 の描画パターンと異なる第 2 の描画パターンが描画される第 2 の被描画面と、

を備えた被描画基材であって、

前記第 1 の被描画面は、該第 1 の被描画面に入射する少なくとも互い垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有し、

前記第 2 の被描画面は、前記第 1 の被描画面にて入射した光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を有することを特徴とする被描画基材。

【請求項 1 4】 前記偏光分離構造は、第 1 の幅を有する第 1 の凸部と、前記第 1 の幅と異なる前記第 2 の幅を有する第 2 の凸部とが間隔をおいて複数形成されることを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 5、請求項 6、請求項 1 1、請求項 1 2、請求項 1 3 のうちいずれか一項に記載の被描画基材。

【請求項 1 5】 前記偏光分離構造は、第 1 の幅を有する第 1 の凸部と前記第 1 の幅と異なる第 2 の幅を有する第 1 の凹部とが交互に形成された第 1 の凹凸部と、前記第 1、第 2 の幅と異なる第 3 の幅にて形成された第 2 の凹部とが交互に形成されることを特徴とする請求項、請求項 2、請求項 5、請求項 6、請求項 1 1、請求項 1 2、請求項 1 3 のうちいずれか一項に記載の被描画基材。

【請求項 1 6】 前記複屈折位相構造は、第 1 の幅を有する凸部と、前記第 1 の幅より短い第 2 の幅を有する凹部とが交互に形成されることを特徴とする請求項 3、請求項 4、請求項 7、請求項 8、請求項 9、請求項 1 0、請求項 1 3 のうちいずれか一項に記載の被描画基材。

【請求項 1 7】 前記回折格子構造は、

少なくとも一面に形成された曲面部に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成し、この回折格子の少なくとも 1 ピッチに、当該ピッチの区切り目位置にて前記曲面部より立ち上がる側壁部と、

隣接する各側壁部間に形成された傾斜部と、

を含むことを特徴とする請求項 9、請求項 10、請求項 11、請求項 12 のうちいずれか一項に記載の被描画基材。

【請求項 18】 請求項 1 乃至請求項 17 のうちいずれか一項に記載の被描画基材を形成するための金型。

【請求項 19】 レーザー供給源からのレーザー光を平行光にする第 1 の光学素子と、

前記平行光を収束させる第 2 の光学素子と、

前記レーザー光を前記第 2 の光学素子を介して平行光とし、前記平行光を前記第 1 の光学素子にて集光し、集光された前記レーザー光を受光させる受光素子と

を含み、前記受光素子の出力に基づいて前記光磁気記録媒体上の記録情報を読み出し、

前記第 1 の光学素子は、

前記平行光を光路が近接した P、S 両偏光からなる複数の光束に分離する偏光分離構造を有し、

前記第 2 の光学素子は、

該複数の光束のうち少なくとも P、S 両偏光の 2 つの光束に位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 20】 レーザー供給源からのレーザー光を平行光にする第 1 の光学素子と、

前記平行光を収束させる第 2 の光学素子と、

前記レーザー光を前記第 2 の光学素子を介して平行光とし、前記平行光を集光する第 3 の光学素子と、

前記第 3 の光学素子にて集光された前記レーザー光を受光させる受光素子と、

を含み、前記受光素子の出力に基づいて前記光磁気記録媒体上の記録情報を読み出し、

前記第 1 の光学素子は、

前記平行光を光路が近接した P、S 両偏光からなる複数の光束に分離する偏光

分離構造を有し、

前記第 2 の光学素子は、

該複数の光束のうち少なくとも P、S 両偏光の 2 つの光束に位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2 1】 前記第 2 の光学素子は、

前記複屈折位相構造と他方側の面に、光を回折する回折格子構造を有することを特徴とする請求項 1 9 又は請求項 2 0 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 2】 電子ビームにて描画される曲面部を含む第 1 の基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記第 1 の基材の描画を行う光学素子加工方法であって、

前記第 1 の基材の一面に曲面部を形成し、かつ、当該曲面部に対して偏光分離用の断面略凹凸形状の平面略円状の描画ラインを、前記第 1 の基材に対する前記電子ビームの焦点位置の相対移動による高さ方向の位置調整を行いつつ、面方向の位置調整を行いながら描画を行う描画ステップと、

を含むことを特徴とする光学素子加工方法。

【請求項 2 3】 電子ビームにて描画される曲面部を含む第 1 の基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記第 1 の基材の描画を行う光学素子加工方法であって、

前記第 1 の基材の一面に曲面部を形成し、かつ、当該曲面部に対して複屈折位相構造用の断面略凹凸形状の平面略円状の描画ラインを、前記第 1 の基材に対する前記電子ビームの焦点位置の相対移動による高さ方向の位置調整を行いつつ、面方向の位置調整を行いながら描画を行う描画ステップと、

を含むことを特徴とする光学素子加工方法。

【請求項 2 4】 前記電子ビームを照射した前記第 1 の基材を現像し、現像された前記第 1 の基材の表面で電鍍を行い、成形用の第 1 の金型を形成するステップをさらに有することを特徴とする請求項 2 3 又は請求項 2 4 に記載の光学素子加工方法。

【請求項 2 5】 前記電子ビームを照射した前記第 1 の基材を現像し、エッチング処理した前記第 1 の基材に電鍍を行い、成形用の第 1 の金型を形成するステ

ップをさらに有することを特徴とする請求項 2 3 又は請求項 2 4 に記載の光学素子加工方法。

【請求項 2 6】 電子ビームにて描画される被描画面を含む第 2 の基材に対して、前記第 2 の基材の前記被描画面に回折格子を描画する第 2 描画ステップと、前記電子ビームを照射した前記第 2 の基材を現像し、現像された前記第 2 の基材の表面で電鍍を行い、成形用の第 2 の金型を形成するステップと、

前記第 1、第 2 の金型を互いに相対向して配置させ、射出成形により、一方の面に偏光分離構造、他方の面に回折格子構造を有する光学素子を形成するステップと、

をさらに有することを特徴とする請求項 2 2 乃至請求項 2 5 のうちいずれか一項に記載の光学素子加工方法。

【請求項 2 7】 電子ビームにて描画される曲面部を含む第 2 の基材に対して、前記第 2 の基材の前記曲面部に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成するように描画する第 2 描画ステップと、

前記電子ビームを照射した前記第 2 の基材を現像し、現像された前記第 2 の基材の表面で電鍍を行い、成形用の第 2 の金型を形成するステップと、

前記第 1、第 2 の金型を互いに相対向して配置させ、射出成形により、一方の面の曲面部に偏光分離構造、他方の面の曲面部に各ピッチ毎に傾いた回折格子構造を有する基材を形成するステップと、

をさらに有することを特徴とする請求項 2 2 乃至請求項 2 5 のうちいずれか一項に記載の光学素子加工方法。

【請求項 2 8】 前記第 2 描画ステップは、

各ピッチ毎に傾けて形成する際に、走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を、前記曲面部上の傾斜する傾斜角度に応じて抽出し、抽出された前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の前記曲面部の描画を行うことを特徴とする請求項 2 7 に記載の光学素子加工方法。

【請求項 2 9】 前記成形用の第 1 の金型に対して射出成形を行い、前記基材を形成するステップを含むことを特徴とする請求項 2 2 乃至請求項 2 5 のうちい

ずれか一項に記載の光学素子加工方法。

【請求項 3 0】 前記基材として成形用の第 1 の金型を用い、当該第 1 の金型に描画を行うステップを有することを特徴とする請求項 2 2 乃至請求項 2 5 のうちいずれか一項に記載の光学素子加工方法。

【請求項 3 1】 前記基材として成形用の第 2 の金型を用い、当該第 2 の金型に描画を行うステップを有することを特徴とする請求項 2 6 乃至請求項 2 8 のいずれか一項に記載の光学素子加工方法。

【請求項 3 2】 請求項 2 2 乃至請求項 3 1 のいずれか一項に記載の光学素子加工方法にて加工された基材。

【請求項 3 3】 前記基材は、光学素子であることを特徴とする請求項 3 2 に記載の基材。

【請求項 3 4】 電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、
前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするための電子レンズと、

前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する基材を載置する載置台と、

前記基材の曲面部上に偏光分離構造を形成する際に、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、

前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御して前記基材の曲面部並びに偏光分離構造部分の描画を行うように制御する制御手段と、
を含むことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 3 5】 電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、
前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する基材を載置する載置台と、

前記載置台を駆動する駆動手段と、

前記基材の曲面部上に偏光分離構造を形成する際に、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、

前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記駆動手段により前記

載置台を昇降させて、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御して、前記基材の曲面部並びに偏光分離構造部分の描画を行うように制御する制御手段と、

を含むことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 36】 電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、
前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするための電子レンズと、
前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する基材を載置する載置台と、

前記基材の曲面部上に複屈折位相構造を形成する際に、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、

前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御して前記基材の曲面部並びに複屈折位相構造部分の描画を行うように制御する制御手段と

を含むことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 37】 電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、
前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する基材を載置する載置台と、

前記載置台を駆動する駆動手段と、

前記基材の曲面部上に複屈折位相構造を形成する際に、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、

前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記駆動手段により前記載置台を昇降させて、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御して前記基材の曲面部並びに複屈折位相構造部分の描画を行うように制御する制御手段と、

を含むことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 38】 電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、
前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするた

めの電子レンズと、

前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する第 1、第 2 の基材を必要に応じて載置する載置台と、

前記第 1 の基材上に偏光分離構造を形成する際には、前記第 1 の基材上に描画される描画位置を測定し、前記第 2 の基材上に回折格子構造を形成する際には、前記第 2 の基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、

前記第 2 の基材の曲面部上に回折格子構造を形成する際に、曲面部上の傾斜位置に応じて傾斜する回折格子の各ピッチ部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、

前記第 1 の基材に曲面部並びに偏光分離構造を描画する場合には、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御し、前記第 2 の基材に曲面部並びに回折格子構造を描画する場合には、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部上並びに偏光分離構造部分の描画を行うように制御する制御手段と、

を含み、

前記第 1、第 2 の基材を各々独立して描画し、描画後の工程にて前記第 1、第 2 の基材を 1 つの基材として生成することを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 3 9】 電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、

前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするための電子レンズと、

前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する第 1、第 2 の基材を必要に応じて載置する載置台と、

前記第 1 の基材上に複屈折位相構造を形成する際には、前記第 1 の基材上に描画される描画位置を測定し、前記第 2 の基材上に回折格子構造を形成する際には、前記第 2 の基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、

前記第 2 の基材の曲面部上に回折格子構造を形成する際に、曲面部上の傾斜位置に応じて傾斜する回折格子の各ピッチ部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、

前記第 1 の基材に曲面部並びに複屈折位相構造を描画する場合には、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御し、前記第 2 の基材に曲面部並びに回折格子構造を描画する場合には、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部上並びに偏光分離構造部分の描画を行うように制御する制御手段と、

を含み、

前記第 1、第 2 の基材を各々独立して描画し、描画後の工程にて前記第 1、第 2 の基材を 1 つの基材として生成することを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 4 0】 レーザー供給源からのレーザー光を平行光にするための光学素子であって、

さらに前記平行光を光路が近接した P、S 両偏光からなる複数の光束に分離する偏光分離構造を有することを特徴とする光学素子。

【請求項 4 1】 レーザー供給源からのレーザー光を収束するための光学素子であって、

さらに複数の光束のうち少なくとも P、S 両偏光を有する光束に位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有することを特徴とする光学素子。

【請求項 4 2】 少なくとも一方の面に光を回折する回折格子構造を有することを特徴とする請求項 4 0 又は請求項 4 1 に記載の光学素子。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被描画基材、その金型、光ピックアップ装置、光学素子加工方法、

その方法にて加工された基材、電子ビーム描画装置、及び光学素子に関し、特に、射出成形で作成されるピックアップレンズにおいて偏光分離構造や複屈折位相構造などを備えたものに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、情報記録媒体として、例えばCD、DVD等が広く使用されており、これらの記録媒体を読み取る読取装置などの精密機器には、多くの光学素子が利用されている。これらの機器に利用される光学素子、例えば光レンズなどは、低コスト化並びに小型化の観点から、ガラス製の光レンズよりも樹脂製の光レンズを用いることが多い。このような樹脂製の光レンズは、一般の射出成形によって製造されており、射出成形用の成形型も、一般的な切削加工によって形成されている。

【0003】

また、光学素子などを含む基材の表面上に所望の形状を描画加工するものとしては、光露光などの手法を用いた露光装置などによって加工を行うことが行われている。

【0004】

一方、前述したような光レンズを利用した読取装置などの光ピックアップ装置の一例として、例えば図30に示すようなものが挙げられる。

【0005】

同図に示す光ピックアップ装置500では、半導体レーザー501からのレーザー光は、コリメートレンズ502で平行光となり、分離プリズム503で対物レンズ504側に反射され、対物レンズ504によって回折限界まで集光されて光磁気ディスク505（光磁気記録媒体）に照射される。

【0006】

光磁気ディスク505からのレーザー反射光は、対物レンズ504に入光して再び平行光となり、分離プリズム503を透過し、更に、 $1/2$ 波長板506を透過し偏光方位を変えた後、偏光分離素子507に入射し、この偏光分離素子507で、光路が近接したP、S両偏光からなる2つの光束に分離される。前記P

、S両偏光の光束はそれぞれ集光レンズ508、シリンドリカルレンズ509によって集光されて、分割光検出器510の分離受光領域（受光素子）にそれぞれのスポットを形成する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来の光ピックアップ装置では、使用される光学素子などの取り付け部材点数が多く、コストが高くなるという問題があった。しかも、偏光分離素子や波長板などを製造するためには、基材の表面に対して所定の形状を得るためのプロセスを行う必要があるが、偏光分離素子や波長板の1つ1つに対し、当該プロセスを行う必要があり、量産化の観点から好ましくなく、生産性の低下を招いていた。

【0008】

さらに、前記偏光分離素子や波長板を含む各種光学部材が配置される占有空間が大きくなり、当該光ピックアップ装置などの小型化に寄与できないという問題があった。

【0009】

また、最近では、光学素子に要求されるスペックや性能自体が向上してきており、例えば、光学機能面に微細構造を製造する際に、当該光学素子を射出成形するためには、成型型にそのような微細構造を付与するための面を形成しておく必要がある。

【0010】

しかし、現在用いられるような成型技術や加工技術の切削バイトにて、成型型に微細構造を形成しようとする、加工精度が劣るとともに、バイトの強度、寿命の面で限界があり、サブミクロンオーダーあるいはそれ以下の精密な加工を行うことができない。

【0011】

また、露光装置などを上記光学素子の面への加工もしくは成型型の加工などに用いることが考えられるが、基材の加工深さは、露光エネルギー量で制御するため、特に、光学素子の精密加工、あるいはフォトリソグラフィの作成などでは、非

平面上に、照射される光の波長より短い構造を正確に形成する必要があるため、上記制御手法では適さない。しかも、平坦な材料しか加工することができないという問題があった。

【 0 0 1 2 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、光ピックアップ装置、光学素子などの生産性の低下を防止しながらも、装置の小型化に寄与でき、それらに用いられる光学素子などの基材に対して、サブミクロンオーダーでの3次元的に変化する基材の加工を可能とした被描画基材、その金型、光ピックアップ装置、光学素子加工方法、その方法にて加工された基材、電子ビーム描画装置、及び光学素子を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画基材であって、前記曲面部に、該曲面部に入射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を設けたことを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

また、請求項2に記載の発明は、少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画基材であって、前記曲面部に、該曲面部より出射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を設けたことを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

また、請求項3に記載の発明は、少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画基材であって、前記曲面部に、該曲面部に入射する少なくとも互いに垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を設けたことを特徴としている。

【0016】

また、請求項4に記載の発明は、少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画基材であって、前記曲面部に、該曲面部に入射する少なくとも互い垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を設けたことを特徴としている。

【0017】

また、請求項5に記載の発明は、電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画層を備えた被描画基材であって、前記被描画層に、該被描画層に入射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を描画により形成したことを特徴としている。

【0018】

また、請求項6に記載の発明は、電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画層を備えた被描画基材であって、前記被描画層に、該被描画層より出射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を描画により形成したことを特徴としている。

【0019】

また、請求項7に記載の発明は、電子ビームを走査することにより所定の描画パターンが描画される被描画層を備えた被描画基材であって、前記被描画層に、該被描画層に入射する少なくとも互い垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を描画により形成したことを特徴としている。

【0020】

また、請求項8に記載の発明は、電子ビームを走査することにより描画パターンが描画される被描画層を備えた被描画基材であって、前記被描画層に、該被描画層より出射する少なくとも互い垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を描画に

より形成したことを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 9 に記載の発明は、電子ビームを走査することにより第 1 の描画パターンが描画され一方の面に形成された第 1 の被描画面と、前記第 1 の被描画面と反対側の他方の面に形成され、前記第 1 の描画パターンと異なる第 2 の描画パターンが描画される第 2 の被描画面と、を備えた被描画基材であって、前記第 1 の被描画面は、該第 1 の被描画面に入射する少なくとも互い垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有し、前記第 2 の被描画面は、前記第 1 の被描画面に入射し前記第 2 の被描画面より出射する光を回折する回折格子構造を有することを特徴としている。

【 0 0 2 2 】

また、請求項 1 0 に記載の発明は、電子ビームを走査することにより第 1 の描画パターンが描画され一方の面に形成される第 1 の被描画面と、前記第 1 の被描画面と反対側の他方の面に形成され、前記第 1 の描画パターンと異なる第 2 の描画パターンが描画される第 2 の被描画面と、を備えた被描画基材であって、前記第 1 の被描画面は、該第 1 の被描画面に入射する光を回折する回折格子構造を有し、前記第 2 の被描画面は、前記第 1 の被描画面にて回折された少なくとも互い垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有することを特徴としている。

【 0 0 2 3 】

また、請求項 1 1 に記載の発明は、電子ビームを走査することにより第 1 の描画パターンが描画され一方の面に形成される第 1 の被描画面と、前記第 1 の被描画面と反対側の他方の面に形成され、前記第 1 の描画パターンと異なる第 2 の描画パターンが描画される第 2 の被描画面と、を備えた被描画基材であって、前記第 1 の被描画面は、該第 1 の被描画面に入射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を有し、前記第 2 の被描画面は、前記第 1 の被描画面に入射し前記第 2 の被描画面より出射する光を回折する回折格子構造を有することを特徴とし

ている。

【 0 0 2 4 】

また、請求項 1 2 に記載の発明は、電子ビームを走査することにより第 1 の描画パターンが描画され一方の面に形成される第 1 の被描画面と、前記第 1 の被描画面と反対側の他方の面に形成され、前記第 1 の描画パターンと異なる第 2 の描画パターンが描画される第 2 の被描画面と、を備えた被描画基材であって、前記第 1 の被描画面は、該第 1 の被描画面に入射する光を回折する回折格子構造を有し、前記第 2 の被描画面は、前記第 1 の被描画面にて回折された光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を有することを特徴としている。

【 0 0 2 5 】

また、請求項 1 3 に記載の発明は、電子ビームを走査することにより第 1 の描画パターンが描画され一方の面に形成される第 1 の被描画面と、前記第 1 の被描画面と反対側の他方の面に形成され、前記第 1 の描画パターンと異なる第 2 の描画パターンが描画される第 2 の被描画面と、を備えた被描画基材であって、前記第 1 の被描画面は、該第 1 の被描画面に入射する少なくとも互い垂直な方向に振動する各直線偏光のうち、一方の直線偏光と他方の直線偏光とに位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有し、前記第 2 の被描画面は、前記第 1 の被描画面にて入射した光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分に偏光分離する偏光分離構造を有することを特徴としている。

【 0 0 2 6 】

また、請求項 1 4 に記載の発明は、前記偏光分離構造は、第 1 の幅を有する第 1 の凸部と、前記第 1 の幅と異なる前記第 2 の幅を有する第 2 の凸部とが間隔をおいて複数形成されることを特徴としている。

【 0 0 2 7 】

また、請求項 1 5 に記載の発明は、前記偏光分離構造は、第 1 の幅を有する第 1 の凸部と前記第 1 の幅と異なる第 2 の幅を有する第 1 の凹部とが交互に形成された第 1 の凹凸部と、前記第 1、第 2 の幅と異なる第 3 の幅にて形成された第 2

の凹部とが交互に形成されることを特徴としている。

【0028】

また、請求項16に記載の発明は、前記複屈折位相構造は、第1の幅を有する凸部と、前記第1の幅より短い第2の幅を有する凹部とが交互に形成されることを特徴としている。

【0029】

また、請求項17に記載の発明は、前記回折格子構造は、少なくとも一面に形成された曲面部に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成し、この回折格子の少なくとも1ピッチに、当該ピッチの区切り目位置にて前記曲面部より立ち上がる側壁部と、隣接する各側壁部間に形成された傾斜部と、を含むことを特徴としている。

【0030】

また、請求項18では、上述のいずれかの被描画基材を形成するための金型を定義している。

【0031】

また、請求項19に記載の発明は、レーザー供給源からのレーザー光を平行光にする第1の光学素子と、前記平行光を収束させる第2の光学素子と、前記レーザー光を前記第2の光学素子を介して平行光とし、前記平行光を前記第1の光学素子にて集光し、集光された前記レーザー光を受光させる受光素子と、を含み、前記受光素子の出力に基づいて前記光磁気記録媒体上の記録情報を読み出し、前記第1の光学素子は、前記平行光を光路が近接したP，S両偏光からなる複数の光束に分離する偏光分離構造を有し、前記第2の光学素子は、該複数の光束のうち少なくともP，S両偏光の2つの光束に位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有することを特徴としている。

【0032】

また、請求項20に記載の発明は、レーザー供給源からのレーザー光を平行光にする第1の光学素子と、前記平行光を収束させる第2の光学素子と、前記レーザー光を前記第2の光学素子を介して平行光とし、前記平行光を集光する第3の光学素子と、前記第3の光学素子にて集光された前記レーザー光を受光させる受

光素子と、を含み、前記受光素子の出力に基づいて前記光磁気記録媒体上の記録情報を読み出し、前記第 1 の光学素子は、前記平行光を光路が近接した P, S 両偏光からなる複数の光束に分離する偏光分離構造を有し、前記第 2 の光学素子は、該複数の光束のうち少なくとも P, S 両偏光の 2 つの光束に位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有することを特徴としている。

【 0 0 3 3 】

また、請求項 2 1 に記載の発明は、前記第 2 の光学素子は、前記複屈折位相構造と他方側の面に、光を回折する回折格子構造を有することを特徴としている。

【 0 0 3 4 】

また、請求項 2 2 に記載の発明は、電子ビームにて描画される曲面部を含む第 1 の基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記第 1 の基材の描画を行う光学素子加工方法であって、前記第 1 の基材の一面に曲面部を形成し、かつ、当該曲面部に対して偏光分離用の断面略凹凸形状の平面略円状の描画ラインを、前記第 1 の基材に対する前記電子ビームの焦点位置の相対移動による高さ方向の位置調整を行いつつ、面方向の位置調整を行いながら描画を行う描画ステップと、を含むことを特徴としている。

【 0 0 3 5 】

また、請求項 2 3 に記載の発明は、電子ビームにて描画される曲面部を含む第 1 の基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記第 1 の基材の描画を行う光学素子加工方法であって、前記第 1 の基材の一面に曲面部を形成し、かつ、当該曲面部に対して複屈折位相構造用の断面略凹凸形状の平面略円状の描画ラインを、前記第 1 の基材に対する前記電子ビームの焦点位置の相対移動による高さ方向の位置調整を行いつつ、面方向の位置調整を行いながら描画を行う描画ステップと、を含むことを特徴としている。

【 0 0 3 6 】

また、請求項 2 4 に記載の発明は、前記電子ビームを照射した前記第 1 の基材を現像し、現像された前記第 1 の基材の表面で電鍍を行い、成形用の第 1 の金型を形成するステップをさらに有することを特徴としている。

【 0 0 3 7 】

また、請求項 2 5 に記載の発明は、前記電子ビームを照射した前記第 1 の基材を現像し、エッチング処理した前記第 1 の基材に電鍍を行い、成形用の第 1 の金型を形成するステップをさらに有することを特徴としている。

【 0 0 3 8 】

また、請求項 2 6 に記載の発明は、電子ビームにて描画される被描画面を含む第 2 の基材に対して、前記第 2 の基材の前記被描画面に回折格子を描画する第 2 描画ステップと、前記電子ビームを照射した前記第 2 の基材を現像し、現像された前記第 2 の基材の表面で電鍍を行い、成形用の第 2 の金型を形成するステップと、前記第 1、第 2 の金型を互いに相対向して配置させ、射出成形により、一方の面に偏光分離構造、他方の面に回折格子構造を有する光学素子を形成するステップと、をさらに有することを特徴としている。

【 0 0 3 9 】

また、請求項 2 7 に記載の発明は、電子ビームにて描画される曲面部を含む第 2 の基材に対して、前記第 2 の基材の前記曲面部に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成するように描画する第 2 描画ステップと、前記電子ビームを照射した前記第 2 の基材を現像し、現像された前記第 2 の基材の表面で電鍍を行い、成形用の第 2 の金型を形成するステップと、前記第 1、第 2 の金型を互いに相対向して配置させ、射出成形により、一方の面の曲面部に偏光分離構造、他方の面の曲面部に各ピッチ毎に傾いた回折格子構造を有する基材を形成するステップと、をさらに有することを特徴としている。

【 0 0 4 0 】

また、請求項 2 8 に記載の発明は、前記第 2 描画ステップは、各ピッチ毎に傾けて形成する際に、走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を、前記曲面部上の傾斜する傾斜角度に応じて抽出し、抽出された前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の前記曲面部の描画を行うことを特徴としている。

【 0 0 4 1 】

また、請求項 2 9 に記載の発明は、前記成形用の第 1 の金型に対して射出成形を行い、前記基材を形成するステップを含むことを特徴としている。

【 0 0 4 2 】

また、請求項 3 0 に記載の発明は、前記基材として成形用の第 1 の金型を用い、当該第 1 の金型に描画を行うステップを有することを特徴としている。

【 0 0 4 3 】

また、請求項 3 1 に記載の発明は、前記基材として成形用の第 2 の金型を用い、当該第 2 の金型に描画を行うステップを有することを特徴としている。

【 0 0 4 4 】

また、請求項 3 2 では、上述のいずれかの光学素子加工方法にて加工された基材を定義している。また、記基材は、光学素子であることが好ましい。

【 0 0 4 5 】

また、請求項 3 4 に記載の発明は、電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするための電子レンズと、前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する基材を載置する載置台と、前記基材の曲面部上に偏光分離構造を形成する際に、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御して前記基材の曲面部並びに偏光分離構造部分の描画を行うように制御する制御手段と、を含むことを特徴としている。

【 0 0 4 6 】

また、請求項 3 5 に記載の発明は、電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する基材を載置する載置台と、前記載置台を駆動する駆動手段と、前記基材の曲面部上に偏光分離構造を形成する際に、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記駆動手段により前記載置台を昇降させて、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御して、前記基材の曲面部並びに偏光分離構造部分の描画を行うように制御する制御手段と、を含むことを特徴としている。

【 0 0 4 7 】

また、請求項 3 6 に記載の発明は、電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするための電子レンズと、前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する基材を載置する載置台と、前記基材の曲面部上に複屈折位相構造を形成する際に、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御して前記基材の曲面部並びに複屈折位相構造部分の描画を行うように制御する制御手段と、を含むことを特徴としている。

【 0 0 4 8 】

また、請求項 3 7 に記載の発明は、電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する基材を載置する載置台と、前記載置台を駆動する駆動手段と、前記基材の曲面部上に複屈折位相構造を形成する際に、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記駆動手段により前記載置台を昇降させて、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御して前記基材の曲面部並びに複屈折位相構造部分の描画を行うように制御する制御手段と、を含むことを特徴としている。

【 0 0 4 9 】

また、請求項 3 8 に記載の発明は、電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするための電子レンズと、前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する第 1、第 2 の基材を必要に応じて載置する載置台と、前記第 1 の基材上に偏光分離構造を形成する際には、前記第 1 の基材上に描画される描画位置を測定し、前記第 2 の基材上に回折格子構造を形成する際には、前記第 2 の基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、前記第 2 の基材の曲面部上に回折格子構造を形成する際に、曲面部上の傾斜位置に応じて傾斜する回折格

子の各ピッチ部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、前記第 1 の基材に曲面部並びに偏光分離構造を描画する場合には、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御し、前記第 2 の基材に曲面部並びに回折格子構造を描画する場合には、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部上並びに偏光分離構造部分の描画を行うように制御する制御手段と、を含み、前記第 1、第 2 の基材を各々独立して描画し、描画後の工程にて前記第 1、第 2 の基材を 1 つの基材として生成することを特徴としている。

【 0 0 5 0 】

また、請求項 3 9 に記載の発明は、電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするための電子レンズと、前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面部を有する第 1、第 2 の基材を必要に応じて載置する載置台と、前記第 1 の基材上に複屈折位相構造を形成する際には、前記第 1 の基材上に描画される描画位置を測定し、前記第 2 の基材上に回折格子構造を形成する際には、前記第 2 の基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、前記第 2 の基材の曲面部上に回折格子構造を形成する際に、曲面部上の傾斜位置に応じて傾斜する回折格子の各ピッチ部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、前記第 1 の基材に曲面部並びに複屈折位相構造を描画する場合には、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御し、前記第 2 の基材に曲面部並びに回折格子構造を描画する場合には、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、前記格納手

段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部上並びに偏光分離構造部分の描画を行うように制御する制御手段と、を含み、前記第 1、第 2 の基材を各々独立して描画し、描画後の工程にて前記第 1、第 2 の基材を 1 つの基材として生成することを特徴としている。

【 0 0 5 1 】

また、請求項 4 0 に記載の発明は、レーザー供給源からのレーザー光を平行光にするための光学素子であって、さらに前記平行光を光路が近接した P、S 両偏光からなる複数の光束に分離する偏光分離構造を有することを特徴としている。

【 0 0 5 2 】

また、請求項 4 1 に記載の発明は、レーザー供給源からのレーザー光を収束するための光学素子であって、さらに複数の光束のうち少なくとも P、S 両偏光を有する光束に位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有することを特徴とする光学素子。

【 0 0 5 3 】

また、請求項 4 2 に記載の発明は、少なくとも一方の面に光を回折する回折格子構造を有することを特徴している。

【 0 0 5 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態の一例について、図面を参照して具体的に説明する。

【 0 0 5 5 】

〔第 1 の実施の形態〕

（基材について）

本発明の被描画基材では、光レンズの一面に偏光分離構造を形成したことに特徴を有する。また、本発明の被描画基材の他の態様では、光レンズの一面に波長板の機能（複屈折位相構造）を形成したことに特徴を有する。

【 0 0 5 6 】

（偏光分離構造）

先ず、このような特徴を有する電子ビームにより描画される被描画基材につい

て、図 1～図 5 を参照しつつ説明する。図 1 には、基材上に描画される描画パターン並びにその細部の描画形状が開示されている。

【 0 0 5 7 】

同図に示すように、本実施形態の被描画基材（以下、基材という）2 上に描画される描画パターンの一例として円描画が開示されており、被描画面に曲面部 2 a を有する基材 2 の描画部分の一部である E 部分を拡大してみると、基材 2 は、複数の凹凸からなる偏光分離構造 3 が形成されている。なお、基材 2 としては、光学素子例えば、ピックアップレンズ等にて構成することが好ましい。

【 0 0 5 8 】

偏光分離構造 3 は、該曲面部 2 a に入射する光もしくは出射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分、TE 波、TM 波に偏光分離する機能を有し、凸部 3 a と凹部 3 b とを有する。

【 0 0 5 9 】

より詳細には、図 1 に示す F 部を拡大した図に示すように、偏光分離構造 3 の凸部 3 a は、第 1 の幅 d 1 を有する第 1 の凸部 3 a a と、前記第 1 の幅 d 1 と異なる第 2 の幅 d 2 を有する第 2 の凸部 3 a b を有し、第 1、第 2 の凸部 3 a a、3 a b とが間隔をおいて複数形成される。そして、第 1 の凸部 3 a a と第 2 の凸部 3 a b の間には、幅狭の第 1 の凹部 3 b a、幅広の第 2 の凹部 3 b b が形成され、この第 1、第 2 の凹部 3 b a、3 b b とで凹部 3 b を構成する。なお、これら第 1、第 2 の凸部 3 a a、3 a b は、各々高さ d 4 に形成され、第 1 の凸部 3 a a、第 2 の凸部 3 a b、第 1 の凹部 3 b a、第 2 の凹部 3 b b を一つの長さ d 3 を単位として、複数の周期構造が構成されることとなる。なお、周期内の構造を非対称にすることにより、垂直に入射する光に対しても偏光分離を行うことができる。

【 0 0 6 0 】

本実施の形態の基材 2 では、曲面部 2 a 上にこのような周期構造を構成することにより、当該構造を透過する光を、TE 波（進行方向に垂直な面内において磁界成分を有しない電界成分のみの波）、TM 波（進行方向に垂直な面内において

電界成分を有しない磁界成分のみ波)、に分離することが可能となる。

【0061】

ここに、図1における d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 の具体的な数値としては、例えば、基材2の屈折率 $n=1.92$ 、波長を λ とすると、 $d_1=0.25\lambda$ 、 $d_2=0.39\lambda$ 、 $d_3=2\lambda$ 、 $d_4=1.22\lambda$ とするのが好ましい。

【0062】

このようにした場合における偏光分離構造3にて生成されるTM波、TE波の波の様子をFDTD法等により解析した結果を、図5(A)(B)にそれぞれ示す。同図(A)では、前記偏光分離構造3によって生じ得たTM波の様子が開示されており、一方、同図(B)では、前記偏光分離構造3によって生じ得たTE波の様子が開示されている。

【0063】

但し、同図においては、いずれも、図中の下方向から上方向に向けて光が入るものとし(基材を想定した場合は、基材の曲面部から出射する光がTE波、TM波に分離する場合)、縦軸の数値「10」の位置付近から上側に向かって無限に広がる平面波を想定している。なお、横軸は、偏光分離構造G2の横方向に沿った位置を示し(単位 $\times 20\text{nm}$)、縦軸は、偏光分離構造G2に垂直な上方向に沿った位置(単位 nm)を示している。また、この図においては、波長 λ が 250nm である場合を想定している。

【0064】

これらの図に示すように、図1に示すような形状の凹凸による偏光分離構造3(図5(A)(B)においては偏光分離構造G2)を形成した場合には、図5(A)(B)に示すように、TM波A3、TE波A4を各々良好に生成することが可能となる。従って、上記 $d_1\sim d_4$ を、上述にて示した数値に設定することが、TE波、TM波を良好に分離生成する上で好ましいと言える。

【0065】

しかしながら、要は、「進行波をTE波、TM波に分離する」という偏光分離構造としての機能を達成できるものであれば、その複屈折構造における寸法 $d_1\sim d_4$ の寸法設定、ないしは、その凹凸構造は、上述した例に限定されるもので

はないことは言うまでもない。

【0066】

このように、曲面部 2 a 上において、図 1 に示すような形状の凹凸による偏光分離構造 3 を構成することにより、光を TE 波、TM 波に偏光分離することが可能になる。なお、厳密には、TE 波、TM 波の透過率の配分比は、例えば、1 次では、TE 波が 0.575 で、TM 波が 0.036 となり、0 次では、TE 波が 0.031 で、TM 波が 0.574 となり、-1 次では、TE 波が 0.036 で、TM 波が 0.016 となるが、-1 次は無視し得るほど小さいので問題とはならない。

【0067】

(複屈折位相構造)

次に、複屈折位相構造を備えた被描画基材について、図 2 を参照して説明する。図 2 には、基材上に描画される描画パターン並びにその細部の描画形状が開示されている。

【0068】

同図に示すように、基材 4 上に描画される描画パターンの一例として円描画が開示されており、被描画面に曲面部 4 a を有する基材 4 の描画部分の一部である E 部分を拡大してみると、基材 4 は、複数の凹凸からなる複屈折位相構造 5 が形成されている。なお、基材 4 としては、光学素子例えば、ピックアップレンズ等にて構成することが好ましい。

【0069】

複屈折位相構造 5 は、該曲面部 4 a に入射する光もしくは出射する光である、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つの偏光成分 TE 波、TM 波のうち、一方の偏光である TE 波と、他方の偏光である TM 波との間に位相差 ϕ を生じせしめる機能を有し、凸部 5 a と凹部 4 b とを有する。

【0070】

より詳細には、図 2 に示す F 部を拡大した図に示すように、複屈折位相構造 5 は、前記偏光分離構造 3 と異なり、第 1 の幅 d 5 を有する凸部 5 a と、前記第 1

の幅 d_5 より短い第2の幅 d_6 を有する凹部 5b とが交互に位置することで形成される周期構造を有する。なお、凸部 5a の高さは d_7 にて形成されているものとする。

【0071】

本実施の形態の基材 4 では、曲面部 4a 上にこのような周期構造を構成することにより、当該構造を透過する光のうち、TE 波と、TM 波との間に位相差 ϕ を生じさせることが可能となる。

【0072】

ここに、図 1 における d_5 、 d_6 、 d_7 の具体的な数値としては、例えば、基材 4 の屈折率 $n=2$ 、波長を λ とすると、 $d_5 : d_6 = 7 : 3$ 、 $d_7 = 1\lambda$ とするのが好ましい。なお、この場合は、例えば $1/4$ 波長板と同等の機能を有する場合を想定しているがこれに限定されるものではなく、 $1/2$ 波長板、1 波長板等と同等の機能を有するよう構成しても構わない。

【0073】

このようにした場合における複屈折位相構造 5 にて位相差が生じ得る TM 波、TE 波の波の様子を FDTD 法等により解析した結果を、図 4 (A) (B) にそれぞれ示す。同図 (A) では、前記複屈折位相構造 5 によって生じ得た TM 波の様子が開示されており、一方、同図 (B) では、前記複屈折位相構造 5 によって生じ得た TE 波の様子が開示されている。

【0074】

但し、同図においては、いずれも、図中の下方向から上方向に向けて光が入るものとし（基材を想定した場合は、基材の曲面部から出射する光の TE 波、TM 波に位相差が生じる場合）、縦軸の数値「1.0」の位置付近から上側に向かって無限に広がる平面波を想定している。なお、横軸は、複屈折位相構造 G1 の横方向に沿った位置を示し（単位 $\times 20 \text{ nm}$ ）、縦軸は、複屈折位相構造 G1 に垂直な上方向に沿った位置（単位 nm ）を示している。また、この図においては、波長 λ が 500 nm である場合を想定している。

【0075】

これらの図に示すように、図 2 に示すような形状の凹凸による複屈折位相構造

5 (図4 (A) (B) においては複屈折位相構造G1) を形成した場合には、図4 (A) (B) に示すように、TE波A1、TE波A2を所定の位相差にて各々良好に生成することが可能となる。従って、上記d5～d7を、上述にて示した数値に設定することが、TE波、TM波に対する位相差を良好に生成する上で好ましいと言える。

【0076】

しかしながら、要は、「TE波、TM波に位相差を生じさせる」という複屈折位相構造としての機能を達成できるものであれば、その複屈折構造における寸法d5～d7の寸法設定、ないしは、その凹凸構造は、上述した例に限定されるものではないことは言うまでもない。

【0077】

このように、曲面部2a上において、図2に示すような形状の凹凸による複屈折位相構造5を構成することにより、TE波、TM波に位相差を生じさせることが可能になる。

【0078】

次に、上述のような偏光分離構造3を有する基材2と、複屈折位相構造5を有する基材4とにより構成される簡単な光学系を用いて、光を偏光するあるいは位相差を生じさせる原理について説明する。

【0079】

光学系KOは、図3に示すように、レーザーLaからのレーザー光L1は、基材2により所定の光束の平行光となり、基材4により収束され光磁気記録媒体Mに照射される。光磁気記録媒体Mからのレーザー反射光L2は、基材4に入光して再び平行光となり、基材2を介して収束され光検出器SEに入射する。

【0080】

この際、レーザー反射光L2では、基材4において、TE波とTM波の各々に位相差が生じ得、基材2では、TE波、TM波が分離され、光検出器SEに入射する。

【0081】

以上のように、3次元的な描画で曲面部を描画する際にあわせ、サブ波長オー

ダーの凹凸による周期構造を描画し、前記基材に偏光分離構造を形成することにより、最終的に、一面に偏光分離構造を備えた光レンズなどを形成することも可能となることから、従来の偏光分離素子に変えて各種機器に適用することもできよう。

【 0 0 8 2 】

というのも、前記基材に基づいて金型を構成することにより、射出成形による最終成形品として偏光分離構造を有した素子を、順次量産できるからである。従って、従来のように、偏光分離素子を一つ一つ形成する際の各プロセスにおける手間、時間を鑑みると、製造コストの大幅な低減並びに生産性の向上を図ることができる。

【 0 0 8 3 】

同様にして、前記基材に複屈折位相構造を形成することにより、最終的に、一面に複屈折位相構造たる波長板機能を備えた光レンズなどを形成することも可能となることから、従来の波長板に変えて各種機器に適用することもできよう。

【 0 0 8 4 】

というのも、前記基材に基づいて金型を構成することにより、射出成形による最終成形品として波長板機能を有した素子を、順次量産できるからである。従って、従来のように、波長板を一つ一つ形成する際の各プロセスにおける手間、時間を鑑みると、製造コストの大幅な低減並びに生産性の向上を図ることができる。

以下、このような偏光分離構造を有する基材、ないしは、複屈折位相構造を有する基材を形成するための前提となる電子ビーム描画装置の具体的構成について説明することとする。

【 0 0 8 5 】

(電子ビーム描画装置の全体構成)

次に、電子ビーム描画装置の全体の概略構成について、図6を参照して説明する。図6は、本例の電子ビーム描画装置の全体構成を示す説明図である。

【 0 0 8 6 】

本実施形態例の電子ビーム描画装置1は、図6に示すように、大電流で高解像度の電子線プローブを形成して高速に描画対象の基材2上を走査するものであり

、高解像度の電子線プローブを形成し、電子ビームを生成してターゲットに対してビーム照射を行う電子ビーム生成手段である電子銃 1 2 と、この電子銃 1 2 からの電子ビームを通過させるスリット 1 4 と、スリット 1 4 を通過する電子ビームの前記基材 2 に対する焦点位置を制御するための電子レンズ 1 6 と、電子ビームが出射される経路上に配設されたアパーチャー 1 8 と、電子ビームを偏向させることでターゲットである基材 2 上の走査位置等を制御する偏向器 2 0 と、偏向を補正する補正用コイル 2 2 と、を含んで構成されている。なお、これらの各部は、鏡筒 1 0 内に配設されて電子ビーム出射時には真空状態に維持される。

【 0 0 8 7 】

さらに、電子ビーム描画装置 1 は、描画対象となる基材 2 を載置するための載置台である X Y Z ステージ 3 0 と、この X Y Z ステージ 3 0 上の載置位置に基材 2 を搬送するための搬送手段であるローダ 4 0 と、X Y Z ステージ 3 0 上の基材 2 の表面の基準点を測定するための測定手段である測定装置 8 0 と、X Y Z ステージ 3 0 を駆動するための駆動手段であるステージ駆動手段 5 0 と、ローダを駆動するためのローダ駆動装置 6 0 と、鏡筒 1 0 内及び X Y Z ステージ 3 0 を含む筐体 1 1 内を真空となるように排気を行う真空排気装置 7 0 と、これらの制御を司る制御手段である制御回路 1 0 0 と、を含んで構成されている。

【 0 0 8 8 】

なお、電子レンズ 1 6 は、高さ方向に沿って複数箇所に離間して設置される各コイル 1 7 a、1 7 b、1 7 c の各々の電流値によって電子的なレンズが複数生成されることで各々制御され、電子ビームの焦点位置が制御される。

【 0 0 8 9 】

測定装置 8 0 は、基材 2 に対してレーザーを照射することで基材 2 を測定する第 1 のレーザー測長器 8 2 と、第 1 のレーザー測長器 8 2 にて発光されたレーザー光（第 1 の照射光）が基材 2 を反射し当該反射光を受光する第 1 の受光部 8 4 と、前記第 1 のレーザー測長器 8 2 とは異なる照射角度から照射を行う第 2 のレーザー測長器 8 6 と、前記第 2 のレーザー測長器 8 6 にて発光されたレーザー光（第 2 の照射光）が基材 2 を反射し当該反射光を受光する第 2 の受光部 8 8 と、を含んで構成されている。なお、本例の第 1 のレーザー測長器と第 1 の受光部と

で「第 1 の光学系」を構成し、第 2 のレーザー測長器と第 2 の受光部とで「第 2 の光学系」を構成している。

【 0 0 9 0 】

ステージ駆動手段 5 0 は、X Y Z ステージ 3 0 を X 方向に駆動する X 方向駆動機構 5 2 と、X Y Z ステージ 3 0 を Y 方向に駆動する Y 方向駆動機構 5 4 と、X Y Z ステージ 3 0 を Z 方向に駆動する Z 方向駆動機構 5 6 と、X Y Z ステージ 3 0 を θ 方向に駆動する θ 方向駆動機構 5 8 と、を含んで構成されている。これによって、X Y Z ステージ 3 0 を 3 次元的に動作させたり、アライメントを行うことができる。

【 0 0 9 1 】

制御回路 1 0 0 は、電子銃 1 2 に電源を供給するための電子銃電源部 1 0 2 と、この電子銃電源部 1 0 2 での電流、電圧などを調整制御する電子銃制御部 1 0 4 と、電子レンズ 1 6（複数の各電子的なレンズを各々）を動作させるためのレンズ電源部 1 0 6 と、このレンズ電源部 1 0 6 での各電子レンズに対応する各電流を調整制御するレンズ制御部 1 0 8 と、を含んで構成される。

【 0 0 9 2 】

さらに、制御回路 1 0 0 は、補正用コイル 2 2 を制御するためのコイル制御部 1 1 0 と、偏向器 2 0 にて成形方向の偏向を行う成形偏向部 1 1 2 a と、偏向器 2 0 にて副走査方向の偏向を行うための副偏向部 1 1 2 b と、偏向器 2 0 にて主走査方向の偏向を行うための主偏向部 1 1 2 c と、成形偏向部 1 1 2 a を制御するためにデジタル信号をアナログ信号に変換制御する高速 D/A 変換器 1 1 4 a と、副偏向部 1 1 2 b を制御するためにデジタル信号をアナログ信号に変換制御する高速 D/A 変換器 1 1 4 b と、主偏向部 1 1 2 c を制御するためにデジタル信号をアナログ信号に変換制御する高精度 D/A 変換器 1 1 4 c と、を含んで構成される。

【 0 0 9 3 】

さらに、制御回路 1 0 0 は、偏向器 2 0 における位置誤差を補正する、乃ち、位置誤差補正信号などを各高速 D/A 変換器 1 1 4 a、1 1 4 b、及び高精度 D/A 変換器 1 1 4 c に対して供給して位置誤差補正を促すあるいはコイル制御部

110に対して当該信号を供給することで補正用コイル22にて位置誤差補正を行う位置誤差補正回路116と、これら位置誤差補正回路116並びに各高速D/A変換器114a、114b及び高精度D/A変換器114cを制御して電子ビームの電界を制御する電界制御手段である電界制御回路118と、描画パターンなどを前記基材2に対して生成するためのパターン発生回路120と、を含んで構成される。

【0094】

またさらに、制御回路100は、第1のレーザー測長器82を上下左右に移動させることによるレーザー照射位置の移動及びレーザー照射角の角度等の駆動制御を行う第1のレーザー駆動制御回路130と、第2のレーザー測長器86を上下左右に移動させることによるレーザー照射位置の移動及びレーザー照射角の角度等の駆動制御を行う第2のレーザー駆動制御回路132と、第1のレーザー測長器82でのレーザー照射光の出力（レーザーの光強度）を調整制御するための第1のレーザー出力制御回路134と、第2のレーザー測長器86でのレーザー照射光の出力を調整制御するための第2のレーザー出力制御回路136と、第1の受光部84での受光結果に基づき、測定結果を算出するための第1の測定算出部140と、第2の受光部88での受光結果に基づき、測定結果を算出するための第2の測定算出部142と、を含んで構成される。

【0095】

さらにまた、制御回路100は、ステージ駆動手段50を制御するためのステージ制御回路150と、ロード駆動装置60を制御するロード制御回路152と、上述の第1、第2のレーザー駆動回路130、132・第1、第2のレーザー出力制御回路134、136・第1、第2の測定算出部140、142・ステージ制御回路150・ロード制御回路152を制御する機構制御回路154と、真空排気装置70の真空排気を制御する真空排気制御回路156と、測定情報を入力するための測定情報入力部158と、入力された情報や他の複数の情報を記憶するための記憶手段であるメモリ160と、各種制御を行うための制御プログラムを記憶したプログラムメモリ162と、後述する描画ラインを走査するための制御系300と、これらの各部の制御を司る例えばCPUなどにて形成された制

御部 1 7 0 と、を含んで構成されている。

【 0 0 9 6 】

なお、本例の第 1 の測定算出部と第 2 の測定算出部とで、「測定算出手段」を構成できる。

【 0 0 9 7 】

上述のような構成を有する電子ビーム描画装置 1 において、ローダ 4 0 によって搬送された基材 2 が X Y Z ステージ 3 0 上に載置されると、真空排気装置 7 0 によって鏡筒 1 0 及び筐体 1 1 内の空気やダストなどを排気したした後、電子銃 1 2 から電子ビームが照射される。

【 0 0 9 8 】

電子銃 1 2 から照射された電子ビームは、電子レンズ 1 6 を介して偏向器 2 0 により偏向され、偏向された電子ビーム B（以下、この電子レンズ 1 6 を通過後の偏向制御された電子ビームに関してのみ「電子ビーム B」と符号を付与することがある）は、X Y Z ステージ 3 0 上の基材 2 の表面、例えば曲面部（曲面） 2 a 上の描画位置に対して照射されることで描画が行われる。

【 0 0 9 9 】

この際に、測定装置 8 0 によって、基材 2 上の描画位置（描画位置のうち少なくとも高さ位置）、もしくは後述するような基準点の位置が測定され、制御回路 1 0 0 は、当該測定結果に基づき、電子レンズ 1 6 のコイル 1 7 a、1 7 b、1 7 c などに流れる各電流値などを調整制御して、電子ビーム B の焦点深度の位置、すなわち焦点位置を制御し、当該焦点位置が前記描画位置となるように移動制御される。

【 0 1 0 0 】

あるいは、測定結果に基づき、制御回路 1 0 0 は、ステージ駆動手段 5 0 を制御することにより、前記電子ビーム B の焦点位置が前記描画位置となるように X Y Z ステージ 3 0 を移動させる。

【 0 1 0 1 】

また、本例においては、電子ビームの制御、X Y Z ステージ 3 0 の制御のいずれか一方の制御によって行っても、双方を利用して行ってもよい。

【0102】

(測定装置)

次に、測定装置80について、図8を参照しつつ説明する。測定装置80は、より詳細には、図8に示すように、第1のレーザー測長器82、第1の受光部84、第2のレーザー測長器86、第2の受光部88などを有する。

【0103】

第1のレーザー測長器82により電子ビームと交差する方向から基材2に対して第1の光ビームS1を照射し、基材2を透過する第1の光ビームS1の受光によって、第1の光強度分布が検出される。

【0104】

この際に、図8に示すように、第1の光ビームS1は、基材2の底部2cにて反射されるため、第1の強度分布に基づき、基材2の平坦部2b上の(高さ)位置が測定算出されることになる。しかし、この場合には、基材2の曲面部2a上の(高さ)位置を測定することができない。

【0105】

そこで、本例においては、さらに第2のレーザー測長器86を設けている。すなわち、第2のレーザー測長器86によって、第1の光ビームS1と異なる電子ビームとほぼ直

交する方向から基材2に対して第2の光ビームS2を照射し、基材2を透過する第2の光ビームS2が第2の受光部88に含まれるピンホール84を介して受光されることによって、第2の光強度分布が検出される。

【0106】

この場合、図9(A)～(C)に示すように、第2の光ビームS2が曲面部2a上を透過することとなるので、前記第2の強度分布に基づき、基材2の平坦部2bより突出する曲面部2a上の(高さ)位置を測定算出することができる。

【0107】

具体的には、第2の光ビームS2がXY基準座標系における曲面部2a上のある位置(x、y)の特定の高さを透過すると、この位置(x、y)において、図6(A)～(C)に示すように、第2の光ビームS2が曲面部2aの曲面にて当

たることにより散乱光 $SS1$ 、 $SS2$ が生じ、この散乱光分の光強度が弱まることとなる。このようにして、図 10 に示すように、第 2 の受光部 88 にて検出された第 2 の光強度分布に基づき、位置が測定算出される。

【0108】

この算出の際には、図 10 に示すように、第 2 の受光部 88 の信号出力 O_p は、図 11 に示す特性図のような、信号出力 O_p と基材の高さとの相関関係を有するので、制御回路 100 のメモリ 160 などにこの特性、すなわち相関関係を示した相関テーブルを予め格納しておくことにより、第 2 の受光部 88 での信号出力 O_p に基づき、基材の高さ位置を算出することができる。

【0109】

そして、この基材の高さ位置を、例えば描画位置として、前記電子ビームの焦点位置の調整が行われ描画が行われることとなる。

【0110】

(描画位置算出の原理の概要)

次に、本例の特徴である電子ビーム描画装置 1 における、描画を行う場合の原理の概要について、説明する。

【0111】

先ず、基材 2 は、図 7 (A) (B) に示すように、例えば樹脂等による光学素子例えば光レンズ等にて形成されることが好ましく、断面略平板状の平坦部 2b と、この平坦部 2b より突出形成された曲面をなす曲面部 2a と、を含んで構成されている。この曲面部 2a の曲面は、球面に限らず、非球面などの他のあらゆる高さ方向に変化を有する自由曲面であってよい。

【0112】

このような基材 2 において、予め基材 2 を XYZ ステージ 30 上に載置する前に、基材 2 上の複数例えば 3 個の基準点 $P00$ 、 $P01$ 、 $P02$ を決定してこの位置を測定しておく (第 1 の測定)。これによって、例えば、基準点 $P00$ と $P01$ により X 軸、基準点 $P00$ と $P02$ により Y 軸が定義され、3 次元座標系における第 1 の基準座標系が算出される。ここで、第 1 の基準座標系における高さ位置を $H_0(x, y)$ (第 1 の高さ位置) とする。これによって、基材 2 の厚み

分布の算出を行うことができる。

【 0 1 1 3 】

一方、基材 2 を X Y Z ステージ 3 0 上に載置した後も、同様の処理を行う。すなわち、図 7 (A) に示すように、基材 2 上の複数例えば 3 個の基準点 P 1 0、P 1 1、P 1 2 を決定してこの位置を測定しておく (第 2 の測定) 。これによって、例えば、基準点 P 1 0 と P 1 1 により X 軸、基準点 P 1 0 と P 1 2 により Y 軸が定義され、 3 次元座標系における第 2 の基準座標系が算出される。

【 0 1 1 4 】

さらに、これらの基準点 P 0 0、P 0 1、P 0 2、P 1 0、P 1 1、P 1 2 により第 1 の基準座標系を第 2 の基準座標系に変換するための座標変換行列などを算出して、この座標変換行列を利用して、第 2 の基準座標系における前記 H o (x、y) に対応する高さ位置 H p (x、y) (第 2 の高さ位置) を算出して、この位置を最適フォーカス位置、すなわち描画位置として電子ビームの焦点位置が合わされるべき位置とすることとなる。これにより、上述の基材 2 の厚み分布の補正を行うことができる。

【 0 1 1 5 】

なお、上述の第 2 の測定は、電子ビーム描画装置 1 の第 1 の測定手段である測定装置 8 0 を用いて測定することができる。

【 0 1 1 6 】

そして、第 1 の測定は、予め別の場所において他の測定装置を用いて測定しておく必要がある。このような、基材 2 を X Y Z ステージ 3 0 上に載置する前に予め基準点を測定するための測定装置としては、上述の測定装置 8 0 と全く同様の構成の測定装置 2 0 0 (第 2 の測定手段) を採用することができる。

【 0 1 1 7 】

この場合、測定装置からの測定結果は、例えば図 6 に示す測定情報入力部 1 5 8 にて入力されたり、制御回路 1 0 0 と接続される不図示のネットワークを介してデータ転送されて、メモリ 1 6 0 などに格納されることとなる。もちろん、この測定装置が不要となる場合も考えられる。

【 0 1 1 8 】

上記のようにして、描画位置が算出されて、電子ビームの焦点位置が制御されて描画が行われることとなる。

【0119】

具体的には、図7(C)に示すように、電子ビームの焦点深度FZ（ビームウエストBW）の焦点位置を、3次元基準座標系における単位空間の1フィールド（ $m=1$ ）内の描画位置に調整制御する。（この制御は、上述したように、電子レンズ16による電流値の調整もしくはXYZステージ30の駆動制御のいずれか一方又は双方によって行われる。）なお、本例においては、1フィールドの高さ分を焦点深度FZより長くなるように、フィールドを設定してあるがこれに限定されるものではない。ここで、焦点深度FZとは、図12に示すように、電子レンズ16を介して照射される電子ビームBにおいて、ビームウエストBWが有効な範囲の高さを示す。なお、電子ビームBの場合、図12に示すように、電子レンズ16の幅D、電子レンズ16よりビームウエスト（ビーム径の最も細い所）BWまでの深さfとすると、 D/f は、0.01程度であり、例えば50nm程度の解像度を有し、焦点深度は例えば数十 μ 程度ある。

【0120】

そして、図7(C)に示すように、例えば1フィールド内をY方向にシフトしつつ順次X方向に走査することにより、1フィールド内の描画が行われることとなる。さらに、1フィールド内において、描画されていない領域があれば、当該領域についても、上述の焦点位置の制御を行いつつZ方向に移動し、同様の走査による描画処理を行うこととなる。

【0121】

次に、1フィールド内の描画が行われた後、他のフィールド、例えば $m=2$ のフィールド、 $m=3$ のフィールドにおいても、上述同様に、測定や描画位置の算出を行いつつ描画処理がリアルタイムで行われることとなる。このようにして、描画されるべき描画領域について全ての描画が終了すると、基材2の表面における描画処理が終了することとなる。

【0122】

なお、本例では、この描画領域を被描画層とし、この被描画層における曲面部

2 a の表面の曲面に該当する部分を被描画面としている。

【 0 1 2 3 】

さらに、上述のような各種演算処理、測定処理、制御処理などの処理を行う処理プログラムは、プログラムメモリ 1 6 2 に予め制御プログラムとして格納されることとなる。

【 0 1 2 4 】

(ドーズ分布)

図 1 3 には、所望のドーズ分布にて描画するための電子ビーム描画装置の制御系の機能ブロック図が開示されている。

【 0 1 2 5 】

同図に示すように、電子ビーム描画装置 1 のメモリ 1 6 0 には、形状記憶テーブル 1 6 1 を有し、この形状記憶テーブル 1 6 1 には、例えば基材 2 の曲面部 2 a に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成する際の走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性などに関するドーズ分布情報 1 6 1 a、各ピッチ毎に表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量に関するドーズ分布情報 1 6 1 b、ドーズ分布を補正演算したドーズ分布補正演算情報 1 6 1 c、その他の情報 1 6 1 d などが格納されている。なお、ドーズ分布補正演算情報 1 6 1 c とは、ドーズ量などを算出するためのもととなるテーブルないしは演算情報である。

【 0 1 2 6 】

また、プログラムメモリ 1 6 2 には、これらの処理を行う処理プログラム 1 6 3 a (より詳細には、例えば後述する図 1 5 ~ 図 1 7 の S 1 0 1 ~ S 1 1 8 までの一連の処理など)、前記ドーズ分布情報 1 6 1 a、1 6 1 b やドーズ分布補正演算情報 1 6 1 c などの情報をもとに、曲面部 2 a 上の所定の傾斜角度におけるドーズ分布特性など演算により算出するためのドーズ分布演算プログラム 1 6 3 b、その他の処理プログラム 1 6 3 c などを有している。なお、本実施の形態のメモリ 1 6 0 にて「格納手段」を構成でき、また、本実施の形態のプログラムメモリ 1 6 2 と制御部 1 7 0 とで本発明の「制御手段」を構成できる。

【 0 1 2 7 】

この際、格納手段は、第2の基材の曲面部上に回折格子構造を形成する際に、曲面部上の傾斜位置に応じて傾斜する回折格子の各ピッチ部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納している。

【0128】

また、制御手段は、第1の基材に曲面部並びに偏光分離構造を描画する場合には、測定手段にて測定された描画位置に基づき、電子レンズの電流値を調整して電子ビームの焦点位置を描画位置に応じて可変制御し、第2の基材に曲面部並びに回折格子構造を描画する場合には、測定手段にて測定された描画位置に基づき、電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を描画位置に応じて可変制御するとともに、焦点位置における焦点深度内について、格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部並びに偏光分離構造部分の描画を行うように制御する。これにより、第1、第2の基材を各々独立して描画し、描画後の工程にて前記第1、第2の基材を1つの基材として生成することができる。

【0129】

なお、第1の基材上に複屈折位相構造を形成し、第2の基材上に回折格子構造を形成する場合も同様である。

【0130】

さらに、制御手段は、ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材並びに凹凸部分の描画を行うように制御する。あるいは、曲面部に回折格子の少なくとも1ピッチ部分を傾けて形成する際に、当該部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部並びに凹凸部分の描画を行うように制御する。

【0131】

さらに、制御手段は、測定手段にて測定された描画位置に基づき、電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、ドーズ分布の特性に

基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の描画を行うように制御する。

【0132】

また、制御手段は、測定手段にて測定された描画位置に基づき、駆動手段により載置台を昇降させて、電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の描画を行うように制御する。

【0133】

なおまた、この実施形態においては、ドーズ分布を曲面部2a上の傾斜角度に応じて各々算出する構成としたが、予めある程度の数のものを算出しておいてテーブル化し、当該テーブルを参照することによってドーズ量Dを抽出する構成であってももちろんよい。

【0134】

このような構成を有する制御系において、ドーズ分布情報は予めメモリ160の形状記憶テーブル161などに格納され、処理プログラム163aに基づいて、描画時に当該ドーズ分布情報を抽出し、そのドーズ分布情報によって種々の描画が行われることとなる。

【0135】

あるいは、制御部170は、処理プログラム163aにより所定の描画アルゴリズムを実行しつつ、ドーズ量を算出するルーチンに至ると、ドーズ分布演算プログラム163bを実行し、傾斜角度に応じたドーズ分布を算出するためのある程度の基本的情報、すなわち、ドーズ分布情報161a、161b、ドーズ分布補正演算情報161cなど格納したテーブルを参照しつつ、対応するドーズ分布特性情報を算出したのち、この算出したドーズ分布特性情報を前記メモリ160の所定の一時記憶領域に格納し、そのドーズ分布特性情報を参照しつつドーズ量を算出して描画を行うといった手法であってもよい。

【0136】

(制御系の具体的構成)

次に、前記円描画を正多角形で近似して直線的に走査する場合の各種処理を行

なうための制御系の具体的構成について、図14を参照しつつ説明する。図10には、本実施の形態の電子ビーム描画装置の制御系の詳細な構成が開示されている。

【0137】

電子ビーム描画装置の制御系300は、図14に示すように、例えば円描画時に正多角形（不定多角形を含む）に近似するのに必要な（円の半径に応じた）種々のデータ（例えば、ある一つの半径 $k\text{ mm}$ の円について、その多角形による分割数 n 、各辺の位置各点位置の座標情報並びにクロック数の倍数值、さらにはZ方向の位置などの各円に応じた情報等）、さらには円描画に限らず種々の曲線を描画する際に直線近似するのに必要な種々のデータ、各種描画パターン（矩形、三角形、多角形、縦線、横線、斜線、円板、円周、三角周、円弧、扇形、楕円等）に関するデータを記憶する描画パターン記憶手段である描画パターンデータメモリ301と、を含んで構成される。

【0138】

また、制御系300は、前記描画パターンデータメモリ301の描画パターンデータに基づいて、描画条件の演算を行う描画条件演算手段310と、前記描画条件演算手段310から $(2n+1)$ ライン（ $(n=0, 1, 2, \dots)$ である場合は $(2n+1)$ であるが、 $(n=1, 2, \dots)$ である場合は $(2n-1)$ としてもよい）乃ち奇数ラインの描画条件を演算する $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311と、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311に基づいて1ラインの時定数を設定する時定数設定回路312と、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311に基づいて1ラインの始点並びに終点の電圧を設定する始点/終点電圧設定回路313と、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311に基づいてカウンタ数を設定するカウンタ数設定回路314と、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311に基づいてイネーブル信号を生成するイネーブル信号生成回路315と、奇数ラインの偏向信号を出力するための偏向信号出力回路320と、を含んで構成されている。

【0139】

さらに、制御系300は、前記描画条件演算手段310から $(2n)$ ライン乃

ち偶数ラインの描画条件を演算する(2n)ライン描画条件演算手段331と、(2n)ライン描画条件演算手段331に基づいて1ラインの時定数を設定する時定数設定回路332と、(2n)ライン描画条件演算手段331に基づいて1ラインの始点並びに終点の電圧を設定する始点/終点電圧設定回路333と、(2n)ライン描画条件演算手段331に基づいてカウンタ数を設定するカウンタ数設定回路334と、(2n)ライン描画条件演算手段331に基づいてイネーブル信号を生成するイネーブル信号生成回路335と、偶数ラインの偏向信号を出力するための偏向信号出力回路340と、(2n)ライン描画条件演算手段310に基づいて、次の等高線に移動するときなどにブランキングを行うブランキングアンプ350と、描画条件演算手段310での描画条件と、奇数ラインの偏向信号出力回路320並びに偶数ラインの偏向信号出力回路340からの情報とに基づいて、奇数ラインの処理と偶数ラインの処理とを切り換える切換回路360と、を含んで構成されている。

【0140】

奇数ラインの偏向信号出力回路320は、走査クロックCL1と、カウンタ数設定回路314からの奇数ラインカウント信号CL6と、イネーブル信号発生回路315のイネーブル信号とに基づいてカウント処理を行う計数手段であるカウンタ回路321と、カウンタ回路321からのカウントタイミングと、始点/終点電圧設定回路313での奇数ライン描画条件信号CL3とに基づいて、DA変換を行うDA変換回路322と、このDA変換回路322にて変換されたアナログ信号を平滑化する処理(偏向信号の高周波成分を除去する等の処理)を行う平滑化回路323と、を含んで構成される。

【0141】

偶数ラインの偏向信号出力回路340は、走査クロックCL1と、カウンタ数設定回路334からの偶数ラインカウント信号CL7と、イネーブル信号発生回路335のイネーブル信号とに基づいてカウント処理を行う計数手段であるカウンタ回路341と、カウンタ回路341からのカウントタイミングと、始点/終点電圧設定回路333での偶数ライン描画条件信号CL5とに基づいて、DA変換を行うDA変換回路342と、このDA変換回路342にて変換されたアナロ

グ信号を平滑化する処理を行う平滑化回路343と、を含んで構成される。

【0142】

なお、これらの制御系300を構成する各部は、いずれも図6に示すCPU等の制御部170（制御手段）にて制御可能な構成としている。また、これら制御系300は、X偏向用の制御系とY偏向用の制御系を各々形成する構成としてもよい。

【0143】

またなお、本実施形態の描画パターンデータメモリ310と描画条件演算手段310などを含む制御系300で、「演算手段」を構成できる。この「演算手段」は、走査される走査ライン上に、DA変換器の最小時間分解能の整数倍の時間に対応する距離に相当する少なくとも2点の各位置を演算する機能を有する。この場合、制御部170の「制御手段」は、前記演算手段にて演算された各位置間を前記電子ビームによりほぼ直線的に走査するように制御することとなる。また、同様にして、本発明の他の態様の「演算手段」では、略円状に走査される走査ライン上に、DA変換器の最小時間分解能の整数倍の時間に対応する距離を一辺とする多角形の各頂点位置を算出する機能を有する。また、制御手段は、演算手段にて演算された各位置間を前記電子ビームによりほぼ直線的に走査するのは同様である。

【0144】

上記のような構成を有する制御系300は、概略次のように作用する。すなわち、描画条件演算手段310が描画パターンデータメモリ301から直線近似による走査（描画）に必要な情報を取得すると、所定の描画条件の演算処理を行ない、例えば一つの円に対して正多角形の各辺に近似された場合の各辺のうち最初の辺、奇数番目のラインに関する情報は、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311へ、次の辺、偶数番目のラインに関する情報は、 $(2n)$ ライン描画条件演算手段331へ各々伝達される。

【0145】

これにより、例えば、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311は、奇数ラインに関する描画条件を生成し、走査クロックCL1と生成された奇数ライン描

画条件生成信号CL2とに基づいて、偏向信号出力回路320から奇数ライン偏向信号CL9を出力する。

【0146】

一方、例えば、 $(2n)$ ライン描画条件演算手段331は、偶数ラインに関する描画条件を生成し、走査クロックCL1と生成された偶数ライン描画条件生成信号CL4とに基づいて、偏向信号出力回路340から偶数ライン偏向信号CL10を出力する。

【0147】

これら奇数ライン偏向信号CL9と偶数ライン偏向信号CL10は、描画条件演算手段310のもとに切換回路360によって、その出力が交互に切り換わる。したがって、ある一の円について、正多角形に近似され、各辺が算出されると、ある一つの辺、奇数番目の辺が描画されると、次の辺、偶数番目の辺が描画され、さらに次ぎの辺、奇数番目の辺が描画される、という具合に交互に各辺が直線的に描画（走査）されることとなる。

【0148】

そして、ある一の円について描画が終了すると、描画条件演算手段310は、その旨をブランキングアンプ350に伝達し、他の次の円を描画するように促す処理を行なう。このようにして、各円について多角形で近似した描画を行うこととなる。

【0149】

（処理手順について）

次に、上述のような構成を有する基材を、3次元的に描画可能な電子ビーム描画装置を用いて作成する際の処理手順について、図16～図18を参照しつつ説明する。

【0150】

まず、母型材（基材）をSPDT（Single Point Diamond Turning：超精密加工機によるダイヤモンド切削）により非球面の加工を行う際に、同心円マークの同時加工を実施する（ステップ、以下「S」101）。この際、光学顕微鏡で、例えば $\pm 1\mu$ 以内の検出精度の形状が形成される

ことが好ましい。

【0151】

次に、FIBにて例えば3箇所のアライメントマークを付ける(S102)。ここに、十字形状のアライメントマークは、電子ビーム描画装置内で $\pm 20\text{ nm}$ 以内の検出精度を有することが好ましい。

【0152】

さらに、前記アライメントマークの、同心円マークとの相対位置を光学顕微鏡にて観察し、非球面構造の中心に対する位置を測定し、データベース(DB) (ないしはメモリ(以下、同))へ記録しておく(S103)。なお、この測定精度は、 $\pm 1\text{ }\mu$ 以内であることが好ましく、中心基準とした3つのアライメントマークの位置、 $x_1 y_1$ 、 $x_2 y_2$ 、 $x_3 y_3$ をデータベース(DB)へ登録する。

【0153】

また、レジスト塗布/ベーキング後の母型(基材)の各部の高さとアライメントマークの位置(X_n 、 Y_n 、 Z_n)を測定しておく(S104)。ここで、中心基準で補正した母型(基材)：位置テーブルTb11(OX、OY、OZ)、アライメントマーク：OA(X_n 、 Y_n 、 Z_n) (いずれも 3×3 行列)を、データベース(DB)へ登録する。

【0154】

次に、斜面測定用の測定装置(高さ検出器)の測定ビームの位置に電子線のビームをフォーカスしておく等その他各種準備処理を行う(S105)。

【0155】

この際、ステージ上に取り付けたEB(電子ビーム)フォーカス用針状の較正器に高さ検出用の測定ビームを投射すると共に、SEMモードにて電子ビーム描画装置で観察し、フォーカスを合わせる。

【0156】

次いで、母型(基材)を電子ビーム描画装置内へセットし、アライメントマークを読み取る(XX_n 、 YY_n 、 ZZ_n) (S106)。この際に、電子ビーム描画装置内においては、S106に示されるような各値をデータベース(DB)

に登録することとなる。

【0157】

さらに、母型（基材）の形状から、最適なフィールド位置を決定する（S107）。ここで、フィールドは同心円の扇型に配分するフィールド同士は、若干重なりを持たせる。そして、中央で第一輪帯内はフィールド配分しない。

【0158】

そして、各フィールドについて、隣のフィールドのつなぎアドレスの計算を行う（S108）。この計算は平面として計算を行う。なお、多角形の1つの線分は、同一フィールド内に納める。ここに、「多角形」とは、上述の制御系の項目で説明したように、円描画を所定の n 角形で近似した場合の少なくとも1本の描画ラインをいう。

【0159】

次に、対象とするフィールドについて、焦点深度領域の区分として、同一ラインは、同じ区分に入るようにする。また、フィールドの中央は、焦点深度区分の高さ中心となる（S109）。ここに、高さ 50μ 以内は、同一焦点深度範囲とする。

【0160】

次いで、対象とするフィールドについて、同一焦点深度領域内での (x, y) アドレスの変換マトリクス (X_c, Y_c) を算出する（S110）。この X_c 、 Y_c は各々図示の式（16）の通りとなる。

【0161】

さらに、対象とするフィールドについて、となりとのつなぎアドレスを換算する（S111）。ここで、S108にて算出したつなぎ位置をS110の式（16）を用いて換算する。

【0162】

そして、対象とするフィールドについて、中心にXYZステージを移動し、高さをEB（電子ビーム）のフォーカス位置に設定する（S112）。つまり、XYZステージにてフィールド中心にセットする。また、測定装置（高さ検出器）の信号を検出しながら、XYZステージを移動し、高さ位置を読み取る。

【0163】

また、対象とするフィールドについて、一番外側（ m 番目）の同一焦点深度内領域の高さ中心に電子ビーム（EB）のフォーカス位置に合わせる（S113）。具体的には、テーブルBを参照し、XYZステージを所定量フィールド中心の高さ位置との差分を移動する。

【0164】

次に、対象とする同一焦点深度内について、一番外側（ n 番目）のラインのドーズ量及び多角形の始点、終点の計算をする。そして、一定のドーズにて描画することとなる（S114）。フィールドの同一焦点内の領域と描画すべき線分は、S114中に示される通りである。そして、上記S113からS114を規定回数実施する（S116）。

【0165】

次に、XYZステージの移動、次のフィールドの描画を行う準備を行う（S117）。この際、フィールド番号、時間、温度などデータベース（DB）への登録を行う。

【0166】

このようにして、前記S109からS117を規定回数実施する（S118）ことで、電子ビームにより曲面部に偏光分離構造を有する基材、ないしは、複屈折位相構造を有する基材の形成を行うことができる。

【0167】

以上のように本実施の形態によれば、3次元的な描画で曲面部を描画する際にあわせ、サブ波長オーダーの凹凸による周期構造を描画し、前記基材に偏光分離構造を形成することにより、最終的に、一面に偏光分離構造を備えた光レンズなどを形成することも可能となることから、従来の偏光分離素子に変えて各種機器に適用することもできよう。

【0168】

前記基材に基づいて金型を構成することにより、射出成形による最終成形品として偏光分離構造を有した素子を、順次量産できるからである。従って、従来のように、偏光分離素子を一つ一つ形成する際の各プロセスにおける手間、時間を

鑑みると、製造コストの大幅な低減並びに生産性の向上を図ることができる。

【0169】

また、前記基材に複屈折位相構造を形成することにより、最終的に、一面に複屈折位相構造たる波長板機能を備えた光レンズなどを形成することも可能となることから、従来の波長板に変えて各種機器に適用することもできよう。

【0170】

前記基材に基づいて金型を構成することにより、射出成形による最終成形品として波長板機能を有した素子を、順次量産できるからである。従って、従来のように、波長板を一つ一つ形成する際の各プロセスにおける手間、時間を鑑みると、製造コストの大幅な低減並びに生産性の向上を図ることができる。

【0171】

[第2の実施の形態]

次に、本発明にかかる第2の実施の形態について、図18～図19に基づいて説明する。なお、以下には、前記第1の実施の形態の実質的に同様の構成に関しては説明を省略し、異なる部分についてのみ述べる。

【0172】

上述の第1の実施の形態では、電子ビームにより基材上に偏光分離構造などの精密加工を施す工程を開示したが、本実施の形態では、上記工程を含むプロセス全体の工程、特に、光学素子等の光レンズを射出成形によって製造するための金型等を製造する工程を説明する。

【0173】

まず、機械加工により金型（無電解ニッケル等）の非球面加工を行う（加工工程）。次に、図18（A）に示すように、金型により前記半球面を有する基材200の樹脂成形を行う（樹脂成形工程）。さらに、基材200を洗浄した後に乾燥を行う。

【0174】

次いで、樹脂の基材200の表面上の処理を行う（樹脂表面処理工程）。具体的には、図18（B）に示すように、基材200の位置決めを行い、塗布材であるレジストLを滴下しつつスピナーを回転させて、スピコートを行う。また、

ブリパークなども行う。

【0175】

スピンコーティングの後には、当該レジスト膜の膜厚測定を行い、レジスト膜の評価を行う（レジスト膜評価工程）。そして、図18（C）に示すように、基材200の位置決めを行い、当該基材200をX、Y、Z軸にて各々制御しつつ前記第1の実施の形態のように3次元の電子ビームにより偏光分離構造202を有する曲面部の描画を行う（描画工程）。

【0176】

次に、基材200上のレジスト膜Lの表面平滑化処理を行う（表面平滑化工程）。さらに、図18（D）に示すように、基材200の位置決めなどを行いつつ、現像処理を行う（現像工程）。さらにまた、表面硬化処理を行う。

【0177】

次いで、SEM観察や膜厚測定器などにより、レジスト形状を評価する工程を行う（レジスト形状評価工程）。さらに、その後、ドライエッチングなどによりエッチング処理を行う。

【0178】

この際、偏光分離構造202のJ部を拡大すると、凸部202aと凹部202bとを有し、さらにF部を拡大した図においては、偏光分離構造202の凸部202aは、第1の幅d1を有する第1の凸部202aaと、前記第1の幅d1と異なる第2の幅d2を有する第2の凸部202abを有し、第1、第2の凸部202aa、202abとが間隔をおいて複数形成される。そして、第1の凸部202aa、第2の凸部202abの間には、幅狭の第1の凹部202ba、幅広の第2の凹部202bbが形成され、この第1、第2の凹部202ba、202bbとで凹部202bを構成する。

【0179】

次に、表面処理がなされた基材200に対する金型204を作成するために、図19（A）に示すように、金型電鍍前処理を行った後、電鍍処理などを行い、図19（B）に示すように、基材200と金型204とを剥離する処理を行う。

【0180】

表面処理がなされた基材と剥離した金型204に対して、表面処理を行う（金型表面処理工程）。そして、金型204の評価を行う。

【0181】

この際、金型204には、K部を拡大して示すと、前記基材200の凸部、凹部に対応するように、凹部205a、凸部205bからなる構造205が形成されることとなる。

【0182】

このようにして、評価後、当該金型204を用いて、図19に示すように、射出成形により成形品を作成する。その後、当該成形品の評価を行う。

【0183】

この際、図19（C）に示すように、射出成形品210には、前記第1の実施の形態の基材同様の構成が完成され、曲面部上に複数の非対称の凹凸からなる偏光分離構造212が形成される。そして、J部を拡大して示すと、凸部212aと凹部212bとを有し、さらにF部を拡大した図においては、偏光分離構造212の凸部212aは、第1の幅d1を有する第1の凸部212aaと、前記第1の幅d1と異なる第2の幅d2を有する第2の凸部212abを有し、第1、第2の凸部212aa、212abとが間隔をおいて複数形成される。そして、第1の凸部212aa、第2の凸部212abの間には、幅狭の第1の凹部212ba、幅広の第2の凹部212bbが形成され、この第1、第2の凹部212ba、212bbとで凹部212bを構成する。

【0184】

以上のように、本実施の形態によれば、前記第1の実施の形態の基材として光学素子（例えばレンズ）を形成する場合に、3次元描画装置を用いて曲面部を描画する際にあわせ、サブ波長オーダーの凹凸からなる偏光分離構造を描画し、金型形状として偏光分離構造を成形させる様にし、当該光学素子を金型を用いて射出成形により製造できるため、製造にかかるコストダウンを図ることができる。

【0185】

また、金型として偏光分離機能を持った構造を附加することにより、レンズを射出成形する際に、同時に機能附加でき、プロセスの追加の必要がない。このた

め、金型自体のコストアップ、ショット可能数（100万回程度）が増大するものの、従来のように偏光分離素子たる偏光ビームスプリッタ等の基材1つ1つにプロセスを実施する場合に比べると大幅なコストダウン、工数の低減を図ることができる。

【0186】

さらに、プラスチックレンズの射出成型の過程で、偏光分離構造を同時に作り込むことができるので、偏光分離素子の作成工程が不要になり、光学部品の低コスト化につながる。

【0187】

特に、曲面部構造を持たない、射出成形で作成されるレンズにも適用でき、各種のステップを除くことにより、大幅なコスト低減を行うことが可能である。

【0188】

〔第3の実施の形態〕

次に、本発明にかかる第3の実施の形態について、図20～図21に基づいて説明する。上記第2の実施の形態では、偏光分離構造を有する基材に関するプロセス全体の工程について説明したが、本実施の形態では、複屈折位相構造たる波長板の機能を有する基材に関するプロセス全体の工程、特に、光学素子等の光レンズを射出成形によって製造するための金型等を製造する工程を説明する。

【0189】

まず、機械加工により金型（無電解ニッケル等）の非球面加工を行う（加工工程）。次に、図20（A）に示すように、金型により前記半球面を有する基材220の樹脂成形を行う（樹脂成形工程）。さらに、基材220を洗浄した後に乾燥を行う。

【0190】

次いで、樹脂の基材220の表面上の処理を行う（樹脂表面処理工程）。具体的には、図20（B）に示すように、基材220の位置決めを行い、塗布材であるレジストLを滴下しつつスピナーを回転させて、スピンコートを行う。また、ブリパークなども行う。

【0191】

スピンコーティングの後には、当該レジスト膜の膜厚測定を行い、レジスト膜の評価を行う（レジスト膜評価工程）。そして、図20（C）に示すように、基材220の位置決めを行い、当該基材220をX、Y、Z軸にて各々制御しつつ前記第1の実施の形態のように3次元の電子ビームにより複屈折位相構造222を有する曲面部の描画を行う（描画工程）。

【0192】

次に、基材220上のレジスト膜Lの表面平滑化処理を行う（表面平滑化工程）。さらに、図20（D）に示すように、基材220の位置決めなどを行いつつ、現像処理を行う（現像工程）。さらにまた、表面硬化処理を行う。

【0193】

次いで、SEM観察や膜厚測定器などにより、レジスト形状を評価する工程を行う（レジスト形状評価工程）。さらに、その後、ドライエッチングなどによりエッチング処理を行う。

【0194】

この際、複屈折位相構造222のJ部を拡大すると、凸部222aと凹部222bとを有し、さらにF部を拡大した図においては、複屈折位相構造222は、第1の幅d5を有する凸部222aと、前記第1の幅d5より短い第2の幅d6を有する凹部222bとが交互に位置することで形成される周期構造を有する。なお、凸部222aの高さはd7にて形成されているものとする。

【0195】

次に、表面処理がなされた基材220に対する金型224を作成するために、図21（A）に示すように、金型電鍍前処理を行った後、電鍍処理などを行い、図21（B）に示すように、基材220と金型224とを剥離する処理を行う。

【0196】

表面処理がなされた基材と剥離した金型224に対して、表面処理を行う（金型表面処理工程）。そして、金型224の評価を行う。

【0197】

この際、金型224には、K部を拡大して示すと、前記基材220の凸部、凹部に対応するように、凹部225a、凸部225bからなる構造225が形成さ

れることとなる。

【 0 1 9 8 】

このようにして、評価後、当該金型 2 2 4 を用いて、図 2 1 に示すように、射出成形により成形品を作成する。その後、当該成形品の評価を行う。

【 0 1 9 9 】

この際、図 2 1 (C) に示すように、射出成形品 2 4 0 には、前記第 1 の実施の形態の基材同様の構成が完成され、曲面部上に複数の凹凸からなる複屈折位相構造 2 4 2 が形成される。そして、J 部を拡大して示すと、第 1 の幅 d_5 を有する凸部 2 4 2 a と、前記第 1 の幅 d_5 より短い第 2 の幅 d_6 を有する凹部 2 4 2 b とが交互に位置することで形成される周期構造を有する。なお、凸部 2 4 2 a の高さは d_7 にて形成されているものとする。

【 0 2 0 0 】

以上のように、本実施の形態によれば、前記第 1 の実施の形態の基材として光学素子（例えばレンズ）を形成する場合に、3 次元描画装置を用いて曲面部を描画する際にあわせ、サブ波長オーダーの凹凸からなる複屈折位相構造を描画し、金型形状として複屈折位相離構造を成形させる様にし、当該光学素子を金型を用いて射出成形により製造できるため、製造にかかるコストダウンを図ることができる。

【 0 2 0 1 】

また、金型として波長板機能を持った構造を附加することにより、レンズを射出成形する際に、同時に機能附加でき、プロセスの追加の必要がない。このため、金型自体のコストアップ、ショット可能数（1 0 0 万回程度）が増大するものの、従来のように波長板等の基材 1 つ 1 つにプロセスを実施する場合に比べると大幅なコストダウン、工数の低減を図ることができる。

【 0 2 0 2 】

さらに、プラスチックレンズの射出成型の過程で、波長板機能を同時に作り込むことができるので、波長板の作成工程が不要になり、光学部品の低コスト化につながる。

【 0 2 0 3 】

特に、曲面部構造を持たない、射出成形で作成されるレンズにも適用でき、各種のステップを除くことにより、大幅なコスト低減を行うことが可能である。

【0204】

〔第4の実施の形態〕

次に、本発明にかかる第4の実施の形態について、図22に基づいて説明する。図22は、本発明に係る第4の実施の形態を示す機能ブロック図である。

【0205】

本実施の形態においては、上述の電子ビーム描画装置にて描画された被描画基材（基材）（ないしは射出成形により樹脂成形された成形品である光学素子）を用いた電子機器の一例である光ピックアップ装置の一例を開示している。

【0206】

図22において、光ピックアップ装置400は、半導体レーザー401、コリメータレンズ402（第1の光学素子）、分離プリズム403、対物レンズ404（第2の光学素子）、DVD、CD等の光磁気ディスク405（光磁気記録媒体）、集光レンズ406（第3の光学素子）、シリンドリカルレンズ407、分割光検出器408を有する。

【0207】

このうち、本実施の形態においては、上述の各実施の形態の偏光分離構造を含む光学素子を、（曲面部の有無は問わない）例えば、コリメータレンズ402に、複屈折位相構造（波長板の機能）を含む光学素子を、例えば、対物レンズ404に適用している。すなわち、コリメータレンズ402は、偏光分離構造402aを有し、対物レンズ404は、複屈折位相構造404aを有する。

【0208】

上記のような構成を有する光ピックアップ装置400において、半導体レーザー401からのレーザー光は、コリメータレンズ402で平行光となる。この際、偏光分離構造402aにて、光路が近接したP、S両偏光からなる2つの光束に分離される。これら光束を含む平行光は、分離プリズム403で対物レンズ404側に反射され、対物レンズ404によって回折限界まで集光されて光磁気ディスク405（光磁気記録媒体）に照射される。

【0209】

光磁気ディスク405からのレーザー反射光は、対物レンズ404に入光して再び平行光となる。この際、複屈折位相構造404aにより、前記P、S両偏光の光束には位相差が生じ得、偏光方位を所定角度にて回転した後、分離プリズム403を透過し、光路が近接したP、S両偏光からなる2つの光束は、それぞれ集光レンズ406、シリンドリカルレンズ407によって集光されて、分割光検出器408の分離受光領域（受光素子）にそれぞれのスポットを形成する。

【0210】

以上のように本実施の形態においては、一面に偏光分離構造を備えた（一体形成された）光レンズ、一面に複屈折位相構造を備えた光レンズを用いることにより、従来のような専用の偏光ビームスプリッタや波長板を使用する必要がなく部材点数、取付部品数を低減して大幅なコストダウンを図ることができる。

【0211】

また、偏光分離素子や波長板などの配設が不要となるために、部材配設の占有空間が低減され、光ピックアップ装置の小型化を図ることができ、さらには、ピックアップ装置の光学系にかかる調整が不要となる。

【0212】

さらには、光ピックアップ装置においては、小型一体化を容易にし、トラッキング機構を単純化できる。

【0213】

なお、上述の実施の形態においては、偏光分離構造をコリメータレンズに、複屈折位相構造を対物レンズに構成する場合について例示したが、これに限定されるものではなく、他の種々のレンズ、例えば、集光レンズ、シリンドリカルレンズ等に各種の偏光分離構造、ないしは、複屈折位相構造を形成する場合であってももちろんよい。

【0214】

[第5の実施の形態]

次に、本発明にかかる第5の実施の形態について、図23～図24に基づいて説明する。

【0215】

基材の曲面部上に形成される偏光分離構造としては、上述の第1の実施の形態のような構成に限らず、図23に示すような構成であってもよい。

【0216】

同図に示すように、基材410の曲面部410a上に構成される偏光分離構造412においては、第1の幅を有する第1の凸部412aaと前記第1の幅と異なる第2の幅を有する第1の凹部412abとが交互に複数例えば4個形成された第1の凹凸部412aと、前記第1、第2の幅と異なる第3の幅にて形成された第2の凹部412bとが交互に形成される周期構造をなしている。

【0217】

また、図24に示す構成では、第1の凹凸部412aにおける第1の凸部412aaの数を2個の場合を開示している。いずれにしても、入射光に対して、出射光をTE波並びにTM波に分離することが可能となる。

【0218】

[第6の実施の形態]

次に、本発明にかかる第6の実施の形態について、図25に基づいて説明する。上述の第1の実施の形態では、基材の一面に偏光分離構造を構成する場合について説明したが、本実施の形態では、基材の一方の面に偏光分離構造を形成し、基材の他方の面にブレード状の回折格子構造を形成する場合について開示してある。

【0219】

具体的には、基材420の一方側の曲面部420a上においては、図25に示すように、描画される描画パターンの一例として円描画が開示されており、被描画面に描画部分の一部であるE部分を拡大してみると、基材420は、複数の凹凸からなる偏光分離構造422が形成されている。なお、基材420としては、光学素子例えば、ピックアップレンズ等にて構成することが好ましい。

【0220】

偏光分離構造422は、該曲面部420aに入射する光もしくは出射する光を、該光の進行方向と交差する面内で少なくとも互いに垂直な方向に振動する二つ

の偏光成分、TE波、TM波に偏光分離する機能を有し、凸部422aと凹部422bとを有する。

【0221】

より詳細には、図25に示すF部を拡大した図に示すように、偏光分離構造422の凸部422aは、第1の幅d1を有する第1の凸部422aaと、前記第1の幅d1と異なる第2の幅d2を有する第2の凸部422abを有し、第1、第2の凸部422aa、422abとが間隔をおいて複数形成される。そして、第1の凸部422aaと第2の凸部422abの間には、幅狭の第1の凹部422ba、幅広の第2の凹部422bbが形成され、この第1、第2の凹部422ba、422bbとで凹部422bを構成する。なお、これら第1、第2の凸部422aa、422abは、各々高さd4に形成され、第1の凸部422aa、第2の凸部422ab、第1の凹部422ba、第2の凹部422bbを一つの長さd3を単位として、複数の周期構造が構成されることとなる。なお、周期内の構造を非対称にすることにより、垂直に入射する光に対しても偏光分離を行うことができる。

【0222】

本実施の形態の基材420では、曲面部420a上にこのような周期構造を構成することにより、当該構造を透過する光を、TE波（進行方向に垂直な面内において磁界成分を有しない電界成分のみの波）、TM波（進行方向に垂直な面内において電界成分を有しない磁界成分のみの波）、に分離することが可能となる。

【0223】

ここに、図25におけるd1、d2、d3、d4の具体的な数値としては、例えば、基材2の屈折率 $n=1.92$ 、波長を λ とすると、 $d1=0.25\lambda$ 、 $d2=0.39\lambda$ 、 $d3=2\lambda$ 、 $d4=1.22\lambda$ とするのが好ましい。

【0224】

ここまでは、第1の実施の形態同様である。本実施の形態においては、さらに、基材420の他方の面側の曲面部420bに回折格子構造であるブレース426を構成している。

【0225】

具体的には、基材 4 2 0 の他方の曲面部 4 2 0 b 側の一部を拡大してみると、基材 4 2 0 は、複数のブレード 4 2 6 からなる回折格子構造が形成されている。

【 0 2 2 6 】

ブレード 4 2 6 は、傾斜 4 2 6 b 及び側壁部 4 2 6 a を形成し、当該側壁部 4 2 6 b は、周方向に沿って平面状に複数形成されている。

【 0 2 2 7 】

より詳細には、基材 4 2 0 の他方の面側（裏面）は、少なくとも一面に形成された曲面部 4 2 0 b を有し、回折格子を傾けて各ピッチ L_1 毎に形成し、この回折格子の少なくとも 1 ピッチ L_1 に、当該ピッチの区切り目位置にて前記曲面部 4 2 0 a より立ち上がる側壁部 4 2 6 a と、隣接する各側壁部 4 2 6 a、4 2 6 a 間に形成された傾斜部 4 2 6 b と、側壁部 4 2 6 a と傾斜部 4 2 6 b との境界領域に形成された溝部 4 2 6 c とが形成されている。そして、ブレード形状は、曲面部 4 2 0 b の周囲に向かうに従い傾斜する構成となることが好ましい。なお、この回折格子構造は、後述するように、曲面部 4 2 0 a 上に塗布された塗布剤（レジスト）を描画することにより形成されることが好ましい。なお、傾斜部 4 2 6 b には、該傾斜部 4 2 6 b より入射する光の反射を防止する反射防止構造を形成してもよい。

【 0 2 2 8 】

以上のように本実施の形態においては、基材の一方の面に偏光分離構造を形成し、他方の面に回折格子構造たる複数のブレードを形成することにより、互換性のある CD、DVD 互換における収差補正を行うことが可能となり、CD、DVD 互換で光ピックアップ装置を適用できる。また、ブレードが曲面部の周囲に向かうに従い、急となる構成とすることにより、格子密度による入射角度の増大に起因するピックアップ機能の低下を取り除くことができる。

【 0 2 2 9 】

なお、本実施の形態においては、基材の一方の面に偏光分離構造、基材の他方の面に回折格子構造を構成する場合について例示したが、当然のことながら、基材の一方の面に複屈折位相構造、基材の他方の面に回折格子構造を構成する場合であっても、もちろんよい。

【0230】

〔第7の実施の形態〕

次に、本発明にかかる第7の実施の形態について、図26～図28に基づいて説明する。

【0231】

上述の第6の実施の形態では、基材の一方の曲面部に偏光分離構造を、他方の面に回折格子構造を構成した例について開示したが、本実施の形態では、上記構造を製造するためのプロセス全体の工程、特に、光学素子等の光レンズを射出成形によって製造するための金型等を製造する工程を説明する。

【0232】

なお、基材の一方の曲面部に、偏光分離構造ないしは、複屈折位相構造を構成する場合のプロセスについては、上記第2の実施の形態ないしは第3の実施の形態と同様であるので省略し、基材の他方の曲面部に回折格子構造を形成するための製造プロセスを中心に説明することとする。

【0233】

先ず、機械加工により金型（無電解ニッケル等）の非球面加工を行う（加工工程）。次に、図26（A）に示すように、金型により前記半球面を有する基材430の樹脂成形を行う（樹脂成形工程）。さらに、基材430を洗浄した後に乾燥を行う。

【0234】

次いで、樹脂の基材430の表面上の処理を行う（樹脂表面処理工程）。具体的には、図26（B）に示すように、基材430の位置決めを行い、塗布材たるレジストLを滴下しつつスピナーを回転させて、スピンコートを行う。また、ブリパークなども行う。

【0235】

スピンコーティングの後には、当該レジスト膜の膜厚測定を行い、レジスト膜の評価を行う（レジスト膜評価工程）。そして、図26（C）に示すように、基材430の位置決めを行い、当該基材430をX、Y、Z軸にて各々制御しつつ前記第1の実施の形態のように3次元の電子ビームにより回折格子構造を有する

曲面部の描画を行う（描画工程）。

【0236】

この際、回折格子構造たるブレースを形成する際には、第1の実施の形態に示した図7のS114を以下のようにするとともに、以下のS115を行うことが好ましい。

【0237】

具体的には、対象とする同一焦点深度内について、一番外側（ n 番目）のラインのドーズ量及び多角形の始点、終点の計算をする。なお、スタート（始点）、エンド（終点）は、隣のフィールドとのつなぎ点とする（S114）。この際、始点、終点は整数にするものとし、ドーズ量は、ラジアル位置（入射角度）で決まった最大ドーズ量と格子の位置で決められた係数に最大ドーズ量を掛け合わせたもので表される。

【0238】

次いで、S114で与えられたドーズによって決定されるドーズ分布 $DS(x, y)$ にて描画を行う（S115）。この際、斜面（傾斜部）のうち浅い部分（頂部）については、ドーズ分布 DS は、ブロード、深い部分（溝部）はシャープにすることが好ましい。これにより、当該ドーズ分布を与えることにより、回折格子構造の描画の描画を（1回の走査によって）描画することができる。そして、S113からS115を規定回数実施し（S116）、XYZステージの移動、次のフィールドの描画を行う準備を行い（S117）、前記S109からS117を規定回数実施する（S118）ことで、電子ビームにより曲面部に回折格子構造を有する基材の形成を行うことができる。

【0239】

図26に説明を戻すと、次に、基材430上のレジスト膜Lの表面平滑化処理を行う（表面平滑化工程）。さらに、図26（D）に示すように、基材430の位置決めなどを行いつつ、現像処理を行う（現像工程）。さらにまた、表面硬化処理を行う。

【0240】

次いで、SEM観察や膜厚測定器などにより、レジスト形状を評価する工程を

行う（レジスト形状評価工程）。さらに、その後、ドライエッチングなどによりエッチング処理を行う。

【 0 2 4 1 】

この際、回折格子構造 4 3 2 の U 部を拡大すると、傾斜部 4 3 2 b 及び側壁部 4 3 2 a からなる複数のブレースにて回折格子構造が形成されている。このブレースは、周辺部に向かうに従い回折格子面の角度が急となるように形成することが好ましい。

【 0 2 4 2 】

次に、表面処理がなされた基材 4 3 0 に対する金型 4 3 4 を作成するために、図 2 7 (A) に示すように、金型電鍍前処理を行った後、電鍍処理などを行い、図 2 7 (B) に示すように、基材 4 3 0 と金型 4 3 4 とを剥離する処理を行う。

【 0 2 4 3 】

表面処理がなされた基材と剥離した金型 4 3 4 に対して、表面処理を行う（金型表面処理工程）。そして、金型 4 3 4 の評価を行う。

【 0 2 4 4 】

この際、金型 4 3 4 には、V 部を拡大して示すと、前記基材 4 3 0 のブレースに対応するように、凹部 4 3 5 が形成され、これら各凹部 4 3 5 には、前記基材 4 3 0 の傾斜部 4 3 2 b の孔部形状に対応するように、複数の凸部 4 3 5 が形成されることとなる。

【 0 2 4 5 】

ここで、基材の一方の曲面部に偏光分離構造、基材の他方の曲面部に回折格子構造を有する場合には、前記評価後、当該金型 4 3 4 と前記第 2 の実施の形態の金型 2 0 4 とを相対向して配置し、図 2 7 (C) に示すように、射出成形により成形品を作成する。その後、当該成形品の評価を行う。

【 0 2 4 6 】

この際、図 2 7 (C) に示すように、射出成形品 4 4 0 には、前記第 6 の実施の形態の基材同様の構成が完成される。具体的には、図 2 8 に示すように、基材 4 5 0 の一方の曲面部に偏光分離構造 4 5 2、基材 4 5 0 の他方の曲面部に回折格子構造 4 5 6 が形成される。そして、J 部を拡大して示すと、偏光分離構造 4

5 2 を構成する凹部 4 5 2 b、凸部 4 5 2 a が各々構成されることとなる。

【 0 2 4 7 】

さらに、F 部を拡大した図においては、偏光分離構造 4 5 2 の凸部 4 5 2 a は、第 1 の幅 d 1 を有する第 1 の凸部 4 5 2 a a と、前記第 1 の幅 d 1 と異なる第 2 の幅 d 2 を有する第 2 の凸部 4 5 2 a b を有し、第 1、第 2 の凸部 4 5 2 a a、4 5 2 a b とが間隔をおいて複数形成される。そして、第 1 の凸部 4 5 2 a a、第 2 の凸部 4 5 2 a b の間には、幅狭の第 1 の凹部 4 5 2 b a、幅広の第 2 の凹部 4 5 2 b b が形成され、この第 1、第 2 の凹部 4 5 2 b a、4 5 2 b b とで凹部 4 5 2 b を構成する。

【 0 2 4 8 】

また、他方の曲面部上においては、回折格子構造たるブレース 4 5 6 が形成されており、U 部を拡大して示すと、側壁部 4 5 6 a 及び傾斜部 4 5 6 b よりなるブレース 4 5 6 が構成されることとなる。

【 0 2 4 9 】

一方、基材の一方の曲面部に複屈折位相構造、基材の他方の曲面部に回折格子構造を有する場合には、前記評価後、当該金型 4 3 4 と前記第 3 の実施の形態の金型 2 2 4 とを相対向して配置し、射出成形により成形品を作成する。その後、当該成形品の評価を行う。

【 0 2 5 0 】

この際、図 2 7 (C) に示すように、射出成形品 4 4 0 には、基材の一方の曲面部に複屈折位相構造、基材の他方の曲面部に回折格子構造が形成され、K 部を拡大して示すと、複屈折位相構造を構成する凹部、凸部が各々構成されることとなる。具体的には、図 2 8 に示すように、基材 4 5 0 の一方の曲面部に複屈折位相構造、基材 4 5 0 の他方の曲面部に回折格子構造 4 5 6 が形成される。そして、J 部を拡大して示すと、複屈折位相構造を構成する凹部、凸部が各々構成されることとなる。

【 0 2 5 1 】

さらに、F 部を拡大した図においては、複屈折位相構造 4 5 4 は、第 1 の幅 d 5 を有する凸部 4 5 4 a と、前記第 1 の幅 d 5 より短い第 2 の幅 d 6 を有する凹

部 4 5 4 b とが交互に位置することで形成される周期構造を有する。なお、凸部 4 5 5 a の高さは d 7 にて形成されているものとする。

【 0 2 5 2 】

また、他方の曲面部上においては、回折格子構造たるブレード 4 5 6 が形成されており、U 部を拡大して示すと、側壁部 4 5 6 a 及び傾斜部 4 5 6 b よりなるブレード 4 5 6 が構成されることとなる。

【 0 2 5 3 】

以上のように本実施の形態によれば、3 次元描画装置を用いて第 1 の基材の曲面部に対して偏光分離構造あるいは複屈折位相構造を描画し、この第 1 の基材に基づいて第 1 の金型を作成する一方、第 2 の基材の曲面部に対して回折格子構造たるブレード形状を描画し、この第 2 の基材に基づいて第 2 の金型を作成し、この第 1、第 2 の金型を相対応して配置して射出成形を行うことにより、基材の一方の曲面部上に偏光分離構造、ないしは、複屈折位相構造を形成し、基材の他方の曲面部上に回折格子構造たるブレード形状を形成した一つの基材を構成することができる。

【 0 2 5 4 】

なお、上記実施の形態においては、回折格子構造を形成する形成面を曲面部上としてが、平面部上に回折格子構造を構成する場合であってもよい。また、複屈折位相構造、ないしは偏光分離構造を平面部上に構成する場合であってもよい。

【 0 2 5 5 】

このようにして、光学素子を金型を用いて射出成形により製造できるため、製造にかかるコストダウンを図ることができる。また、金型として偏光分離素子、波長板、回折格子構造を持った構造を附加することにより、レンズを射出成形する際に、同時に機能附加でき、プロセスの追加の必要がない。このため、金型自体のコストアップ、ショット可能数（1 0 0 万回程度）が増大するものの、従来のようにレンズ 1 つ 1 つに蒸着プロセスを実施する場合に比べると大幅なコストダウン、工数の低減を図ることができる。

【 0 2 5 6 】

さらに、プラスチックレンズの射出成型の過程で、偏光分離素子、波長板、回

折格子構造を同時に作り込むことができるので、光学部品の低コスト化につながる。

【0257】

[第8の実施の形態]

次に、本発明にかかる第8の実施の形態について、図29に基づいて説明する。図29は、本発明に係る第8の実施の形態を示す機能ブロック図である。

【0258】

本実施の形態においては、上述の第6、第7の実施の形態にて開示された基材（ないしは射出成形により樹脂成形された成形品である光学素子）を用いた電子機器の一例である光ピックアップ装置の一例を開示している。

【0259】

図29において、光ピックアップ装置460は、半導体レーザー461、コリメータレンズ462、分離プリズム463、対物レンズ464、DVD、CD等の光磁気ディスク465（光磁気記録媒体）、集光レンズ466、シリンダリカルレンズ467、分割光検出器468を有する。

【0260】

このうち、本実施の形態においては、上述の第1の実施の形態の偏光分離構造を含む光学素子を、（曲面部の有無は問わない）例えば、コリメータレンズ462に、上述の第6、7の実施の形態の一面に複屈折位相構造（波長板の機能）を有し他方の面に回折格子構造を含む光学素子を、例えば、対物レンズ464に適用している。すなわち、コリメータレンズ462は、偏光分離構造462aを有し、対物レンズ464は、複屈折位相構造464a並びに回折格子構造464bを有する。

【0261】

上記のような構成を有する光ピックアップ装置460において、半導体レーザー461からのレーザー光は、コリメータレンズ462で平行光となる。この際、偏光分離構造462aにて、光路が近接したP、S両偏光からなる2つの光束に分離される。これら光束を含む平行光は、分離プリズム463で対物レンズ464側に反射され、対物レンズ464によって回折限界まで集光されて光磁気デ

ディスク 4 6 5（光磁気記録媒体）に照射される。

【 0 2 6 2 】

光磁気ディスク 4 6 5 からのレーザー反射光は、対物レンズ 4 6 4 に入光して再び平行光となる。この際、複屈折位相構造 4 6 4 a により、前記 P，S 両偏光の光束には位相差が生じ得、偏光方位を所定角度にて回転した後、分離プリズム 4 6 3 を透過し、光路が近接した P，S 両偏光からなる 2 つの光束は、それぞれ集光レンズ 4 6 6，シリンドリカルレンズ 4 6 7 によって集光されて、分割光検出器 4 6 8 の分離受光領域（受光素子）にそれぞれのスポットを形成する。

【 0 2 6 3 】

さらに、対物レンズ 4 6 4 には、回折格子構造 4 6 4 b が形成されているために、互換性のある CD、DVD 互換における収差補正を行うことが可能となる。なお、回折格子構造たるブレードが曲面部の周囲に向かうに従い、急となる構成とすることにより、格子密度による入射角度の増大に起因するピックアップ機能の低下を取り除くことができる。

【 0 2 6 4 】

以上のように本実施の形態においては、一面に偏光分離構造を備えた（一体形成された）光レンズ、一面に複屈折位相構造を備えた光レンズを用いることにより、従来のような専用の偏光ビームスプリッタや波長板を使用する必要がなく部材点数、取付部品数を低減して大幅なコストダウンを図ることができる。

【 0 2 6 5 】

また、偏光分離素子や波長板などの配設が不要となるために、部材配設の占有空間が低減され、光ピックアップ装置の小型化を図ることができ、さらには、ピックアップ装置の光学系にかかる調整が不要となる。

【 0 2 6 6 】

さらには、光ピックアップ装置においては、小型一体化を容易にし、トラッキング機構を単純化できる。

【 0 2 6 7 】

なお、上述の実施の形態においては、複屈折位相構造並びに回折格子構造を対物レンズに構成する場合について例示したが、これに限定されるものではなく、

他の種々のレンズ、例えば、集光レンズ、シリンドリカルレンズ等に各種の偏光分離構造、ないしは、複屈折位相構造を形成する場合であってももちろんよい。

【 0 2 6 8 】

なお、本発明にかかる装置と方法は、そのいくつかの特定の実施の形態に従って説明してきたが、当業者は本発明の主旨および範囲から逸脱することなく本発明の本文に記述した実施の形態に対して種々の変形が可能である。例えば、上述の各実施の形態では、一面に曲面部を有する基材の曲面部上に偏光分離構造あるいは複屈折位相構造を形成する場合について説明したが、一面が平面の基材上に形成する場合であってももちろんよい。さらに、これに限らず、平面部上に回折格子を形成する場合も含む。

【 0 2 6 9 】

さらに、上述の実施の形態では、光レンズ等の光学素子の基材を、直接描画する場合について説明したが、樹脂等の光レンズを射出成形により形成するための成形型（金型）を加工する場合に、上述の原理や処理手順、処理手法を用いてもよい。

【 0 2 7 0 】

また、基材としては、DVDやCDなどに用いられるピックアップレンズの例を開示したが、回折格子のない対物レンズ、回折格子ピッチ 20μ のDVD-C D 互換レンズ、回折格子ピッチ 3μ の高密度ブルーレーザー互換対物レンズなどに適用することも可能である。

【 0 2 7 1 】

さらに、基材として光学素子を用いる場合に、当該基材を有する電子機器としては、上述したDVD、CD等の読取装置に限らず、多の種々の光学機器であってもよい。

【 0 2 7 2 】

また、少なくとも曲面部を有する基材に対して、回折格子の少なくとも1ピッチ部分を傾けて形成する場合、基材に少なくとも溝部（あるいは稠密なピッチで溝部が形成される場合）を有する構成であってもよい。さらに、基材としては、曲面部を有しなくとも、少なくとも傾斜面が形成されているものであってもよい。

。また、基材が平面あるいは傾斜面であって、電子ビームを所定角度で傾斜した状態で照射する場合であってもよい。

【0273】

また、基材上の複数の基準点を測定し、この測定結果に基づき基準座標系を算出し、この座標系をもとに基材の厚み分布を測定するステップを、電子ビーム照射中に行う構成としてもよい。さらに、厚み分布に基づき、最適焦点位置を算出する算出ステップ並びに描画位置に当該焦点位置を合わせるように調整するステップを、電子ビーム照射中に行う構成としてもよい。この場合、ある一の描画位置にて描画を行っている電子ビーム照射中に、他の描画位置での前記焦点位置の算出等の演算処理を行いつつ、次に電子ビーム照射に備える構成とすることが好ましい。また、電子ビーム照射中に算出ステップにて算出できるものとしては、基材の厚み分布の他、厚み分布の補正等の処理も含まれる。

【0274】

また、基材の一方の面に偏光分離構造ないしは複屈折位相構造、基材の他方の面に回折格子構造を形成する際に、第1、第2の基材、第1、第2の金型を用いる場合について例示したが、一つの厚みのある基材に対して一方の面に描画した後他方の面を描画し、一つに基材に対して金型を作成して製造する場合であってもよい。

【0275】

さらに、上記実施形態には種々の段階が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。つまり、上述の各実施の形態同士、あるいはそれらのいずれかと各変形例のいずれかとの組み合わせによる例をも含むことは言うまでもない。また、実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除された構成であってもよい。

【0276】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、3次元的な描画で曲面部を描画する際にあわせ、被描画基材に偏光分離構造を形成することにより、最終的に、一面に偏光分離構造を備えた光レンズなどを形成することも可能となることから、従来の

偏光分離素子に変えて各種機器に適用することもできる。

【 0 2 7 7 】

これにより、被描画基材に基づいて金型を構成することにより、射出成形による最終成形品として偏光分離構造を有した素子を、順次量産できる。従って、従来のように、偏光分離素子を一つ一つ形成する際の各プロセスにおける手間、時間を鑑みると、製造コストの大幅な低減並びに生産性の向上を図ることができる。

【 0 2 7 8 】

また、被描画基材に複屈折位相構造を形成することにより、最終的に、一面に複屈折位相構造たる波長板機能を備えた光レンズなどを形成することも可能となることから、従来の波長板に変えて各種機器に適用することもできる。

【 0 2 7 9 】

これにより、前記基材に基づいて金型を構成することにより、射出成形による最終成形品として波長板機能を有した素子を、順次量産できる。従って、従来のように、波長板を一つ一つ形成する際の各プロセスにおける手間、時間を鑑みると、製造コストの大幅な低減並びに生産性の向上を図ることができる。

【 0 2 8 0 】

また、基材を金型を用いて射出成形により製造できるため、製造にかかるコストダウンを図ることができる。この基材を射出成形する際には、同時に偏光分離機能や反射板としての機能の附加を行うことができ、プロセスの追加の必要がない。このため、従来のように偏光分離素子や波長板 1 つ 1 つを製造する場合に比べると大幅な製造コストの低減並びに、工数の低減を図ることができ、光学部品の低コスト化につながる。

【 0 2 8 1 】

なお、これらに加えて、他方側の面に回折格子構造を形成した被描画基材によれば、DVD、CD 互換等での、収差補正を好適に実施できる。

【 0 2 8 2 】

また、光ピックアップ装置において、一面に偏光分離構造を備えた（一体形成された）光学素子、一面に複屈折位相構造を備えた光学素子を用いることにより

、従来のような専用の偏光ビームスプリッタや波長板を使用する必要がなく部材点数、取付部品数を低減して大幅なコストダウンを図ることができる。

【 0 2 8 3 】

さらに、偏光分離素子や波長板などの配設が不要となるために、部材配設の占有空間が低減され、光ピックアップ装置の小型化を図ることができ、さらには、ピックアップ装置の光学系にかかる調整が不要となる。さらには、光ピックアップ装置においては、小型一体化を容易にし、トラッキング機構を単純化できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態にかかる基材の概略構成の一例を示す説明図である。

【図 2】

本発明の実施の形態にかかる基材の概略構成の一例を示す説明図である。

【図 3】

偏光分離素子と波長板を用いた光学系の原理を説明するための説明図である。

【図 4】

同図 (A) (B) は、波長板によって生成される TM 波、TE 波の特性を示す説明図である。

【図 5】

同図 (A) (B) は、偏光分離素子によって生成される TM 波、TE 波の特性を示す説明図である。

【図 6】

本発明の電子ビーム描画装置の全体の概略構成を示す説明図である。

【図 7】

同図 (A) (B) は、図 3 の電子ビーム描画装置にて描画される基材を示す説明図であり、同図 (C) は、描画原理を説明するための説明図である。

【図 8】

測定装置の原理を説明するための説明図である。

【図 9】 同図 (A) ～ (C) は、基材の面高さを測定する手法を説明するための説明図である。

【図 1 0】

測定装置の投光と受光との関係を示す説明図である。

【図 1 1】

信号出力と基材の高さとの関係を示す特性図である。

【図 1 2】

電子ビーム描画装置におけるビームウエストを説明するための説明図である。

【図 1 3】

電子ビーム描画装置において、所定のドーズ分布にて描画を行うための制御系の詳細を示す機能ブロック図である。

【図 1 4】

電子ビーム描画装置のさらに詳細な制御系の構成を示す機能ブロック図である。

【図 1 5】

本発明の電子ビーム描画装置にて基材を描画する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 6】

本発明の電子ビーム描画装置にて基材を描画する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 7】

本発明の電子ビーム描画装置にて基材を描画する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 8】

同図 (A) ～ (D) は、基材を用いて成形用の金型を形成し、基材を製造する場合の全体の処理手順を説明するための説明図である。

【図 1 9】

同図 (A) ～ (C) は、基材を用いて成形用の金型を形成し、基材を製造する場合の全体の処理手順を説明するための説明図である。

【図 2 0】

同図 (A) ～ (D) は、基材を用いて成形用の金型を形成し、基材を製造する

場合の全体の処理手順を説明するための説明図である。

【図 2 1】

同図 (A) ~ (C) は、基材を用いて成形用の金型を形成し、基材を製造する場合の全体の処理手順を説明するための説明図である。

【図 2 2】

本発明の基材を利用した光ピックアップ装置の概略を示す説明図である。

【図 2 3】

本発明の実施の形態にかかる基材の概略構成の一例を示す説明図である。

【図 2 4】

図 2 3 の基材上に形成される偏光分離層の原理を説明するための説明図である。

【図 2 5】

本発明の実施の形態にかかる基材の概略構成の一例を示す説明図である。

【図 2 6】

同図 (A) ~ (D) は、基材を用いて成形用の金型を形成し、基材を製造する場合の全体の処理手順を説明するための説明図である。

【図 2 7】

同図 (A) ~ (C) は、基材を用いて成形用の金型を形成し、基材を製造する場合の全体の処理手順を説明するための説明図である。

【図 2 8】

成形用の金型により製造された基材の一例を説明するための説明図である。

【図 2 9】

本発明の基材を利用した光ピックアップ装置の概略を示す説明図である。

【図 3 0】

従来光ピックアップ装置の概略を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 電子ビーム描画装置
- 2 基材 (被描画基材)
- 10 鏡筒

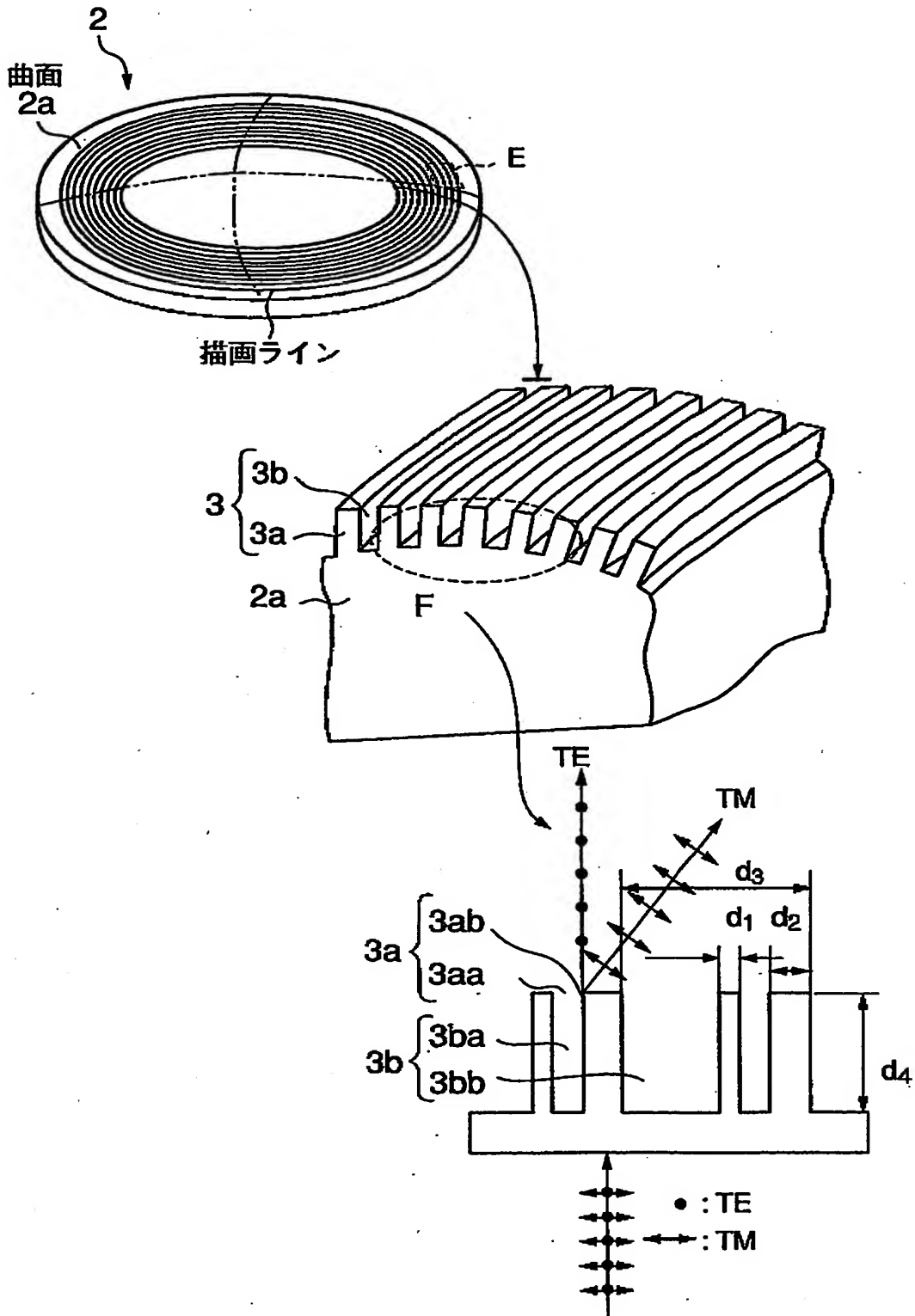
- 12 電子銃
- 14 スリット
- 16 電子レンズ
- 18 アパーチャー
- 20 偏向器 22 補正用コイル
- 30 XYZステージ
- 40 ロード
- 50 ステージ駆動手段
- 60 ロード駆動装置
- 70 真空排気装置
- 80 測定装置
- 82 第1のレーザ測長器
- 84 第1の受光部
- 86 第2のレーザ測長器
- 88 第2の受光部
- 100 制御回路
- 110 コイル制御部
- 112 a 成形偏向部
- 112 b 副偏向部
- 112 c 主偏向部
- 116 位置誤差補正回路
- 118 電界制御回路
- 120 パターン発生回路
- 130 第1のレーザ駆動制御回路
- 132 第2のレーザ駆動制御回路
- 134 第1のレーザ出力制御回路
- 136 第2のレーザ出力制御回路
- 140 第1の測定算出部
- 142 第2の測定算出部

- 1 5 0 ステージ制御回路
- 1 5 2 ロータ制御回路
- 1 5 4 機構制御回路
- 1 5 6 真空排気制御回路
- 1 5 8 測定情報入力部
- 1 6 0 メモリ
- 1 6 2 プログラムメモリ
- 1 7 0 制御部
- 3 0 0 制御系

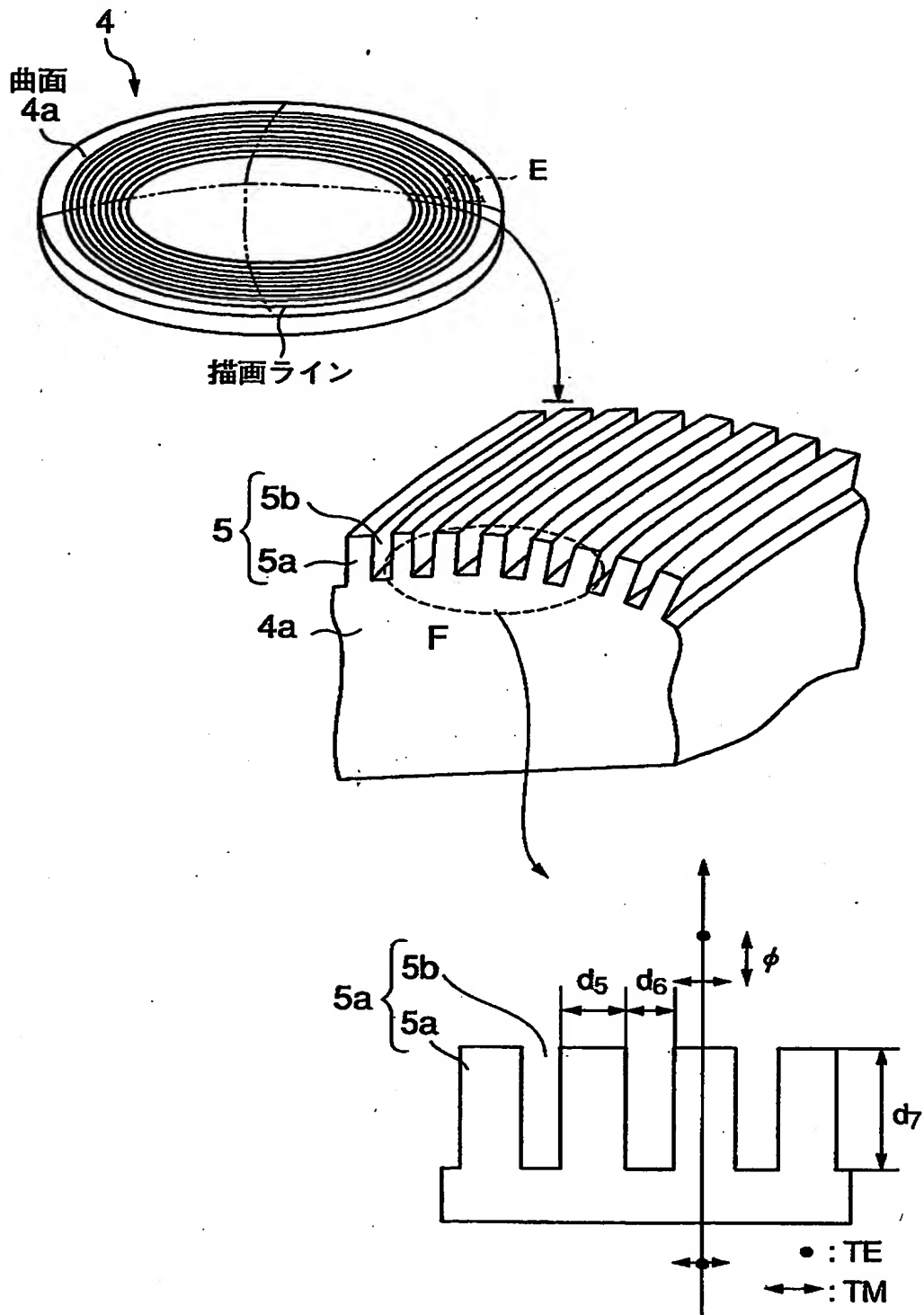
【書類名】

図面

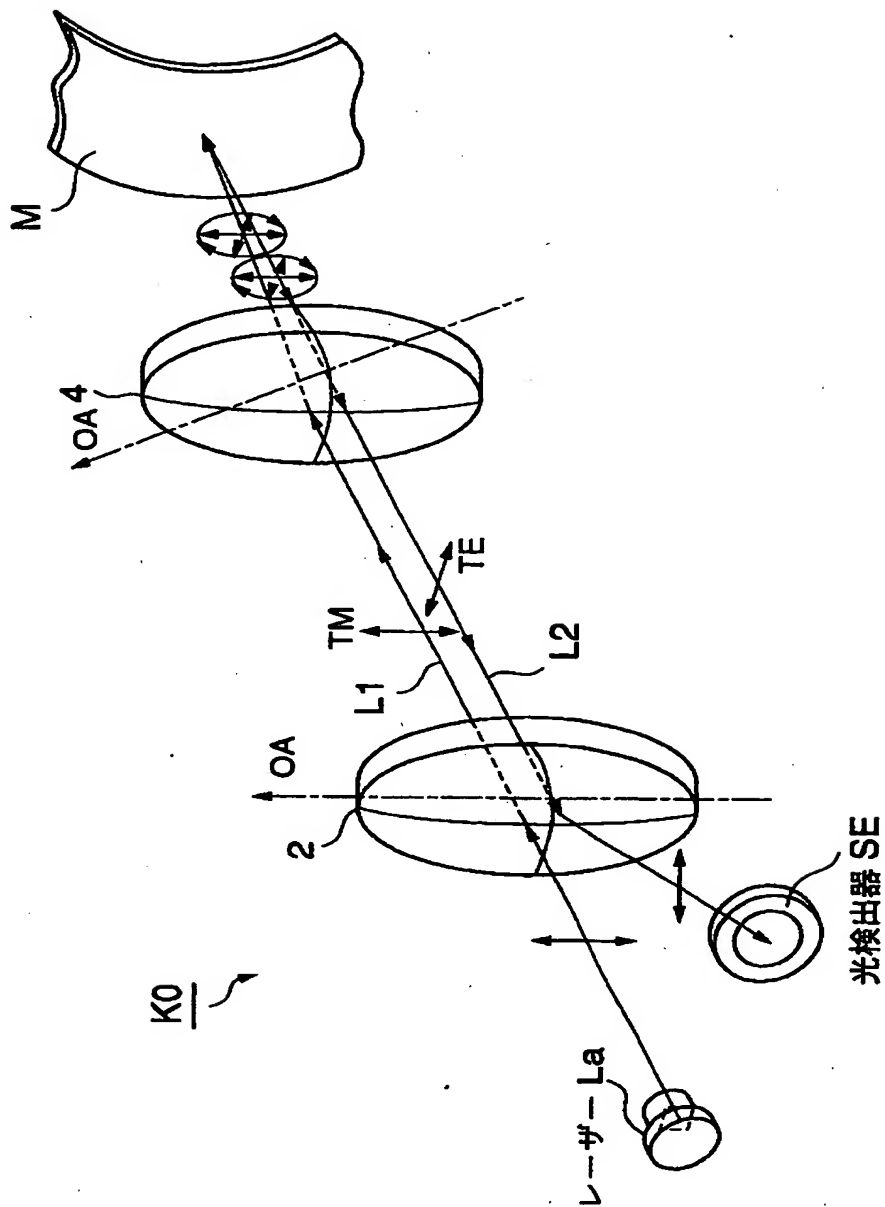
【図1】



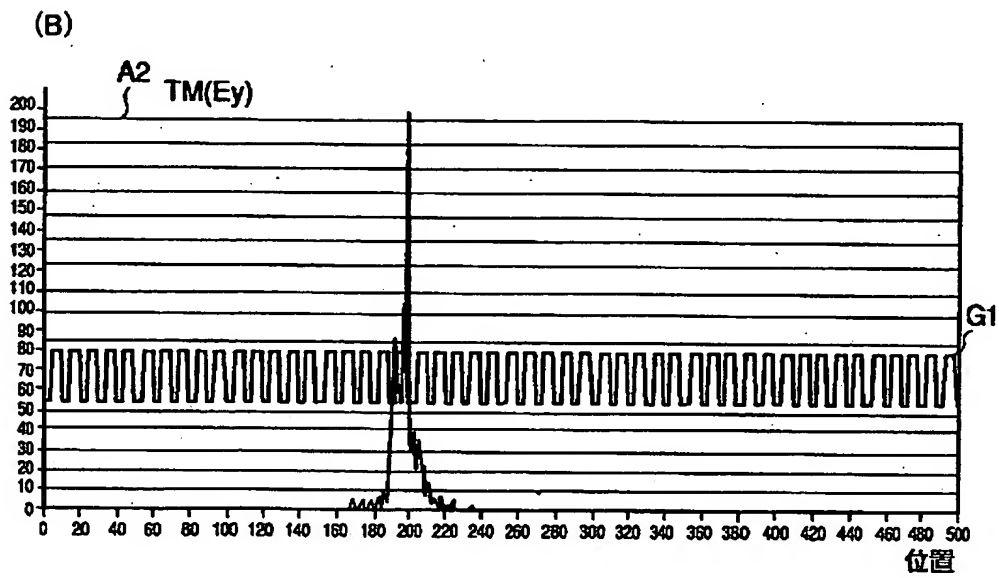
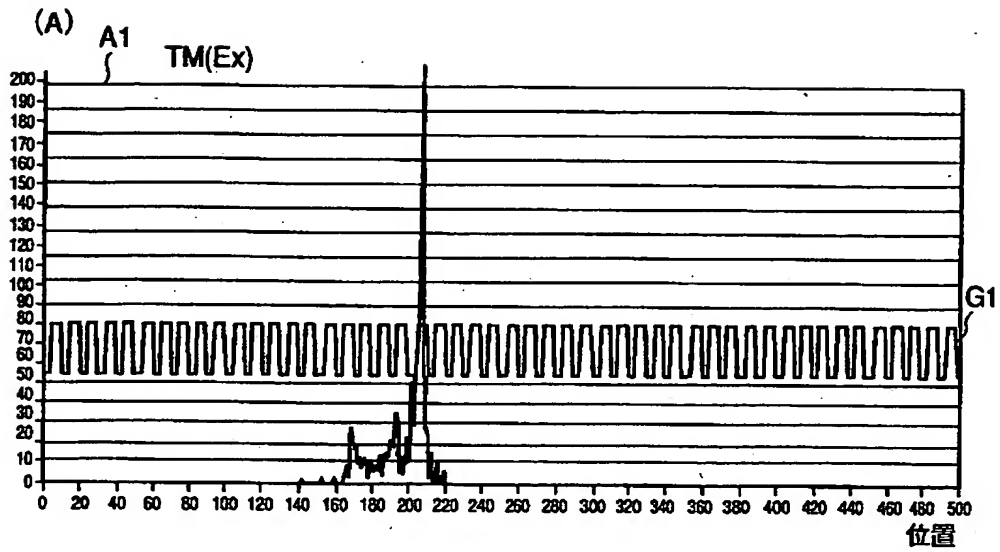
【図2】



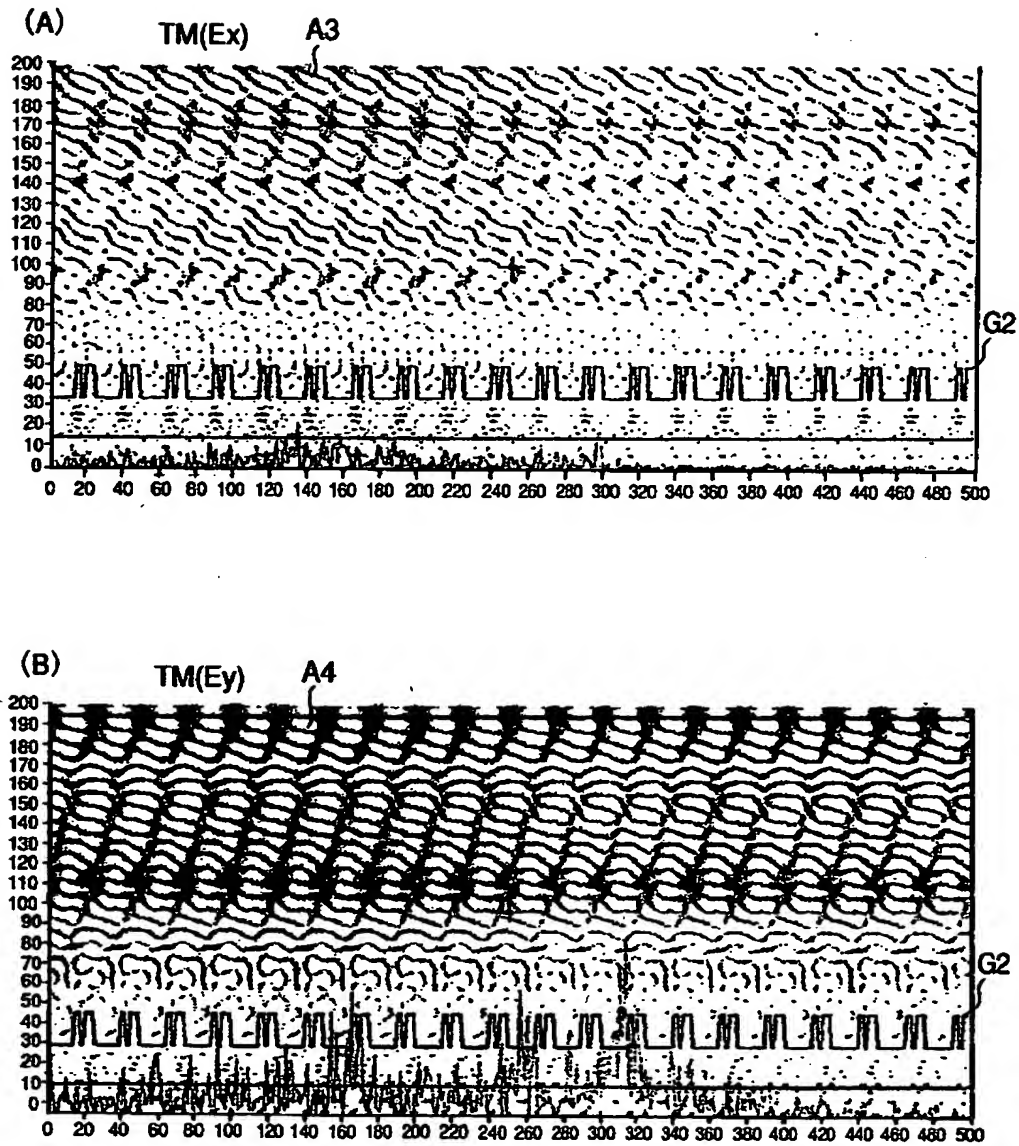
【図3】



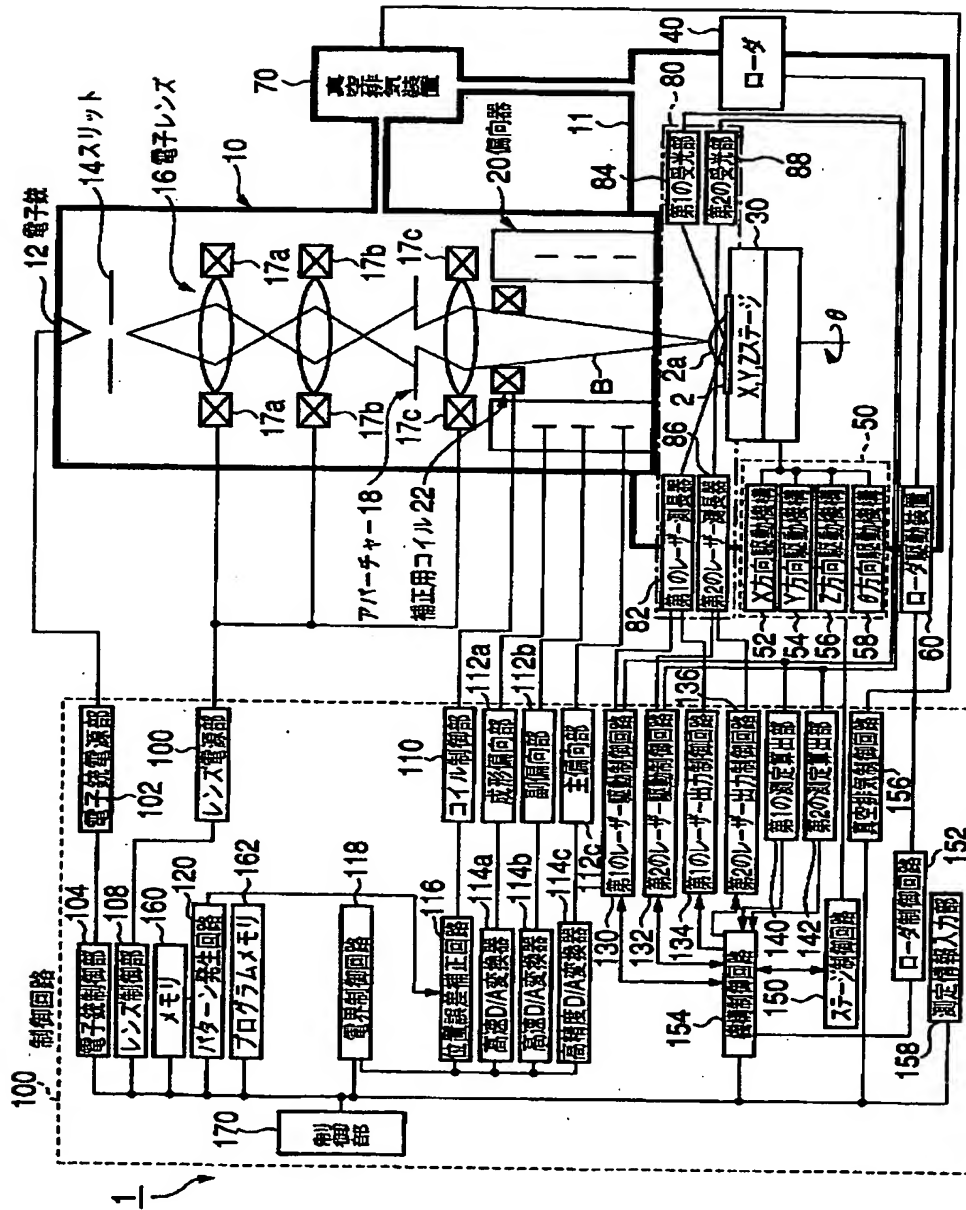
【図 4】



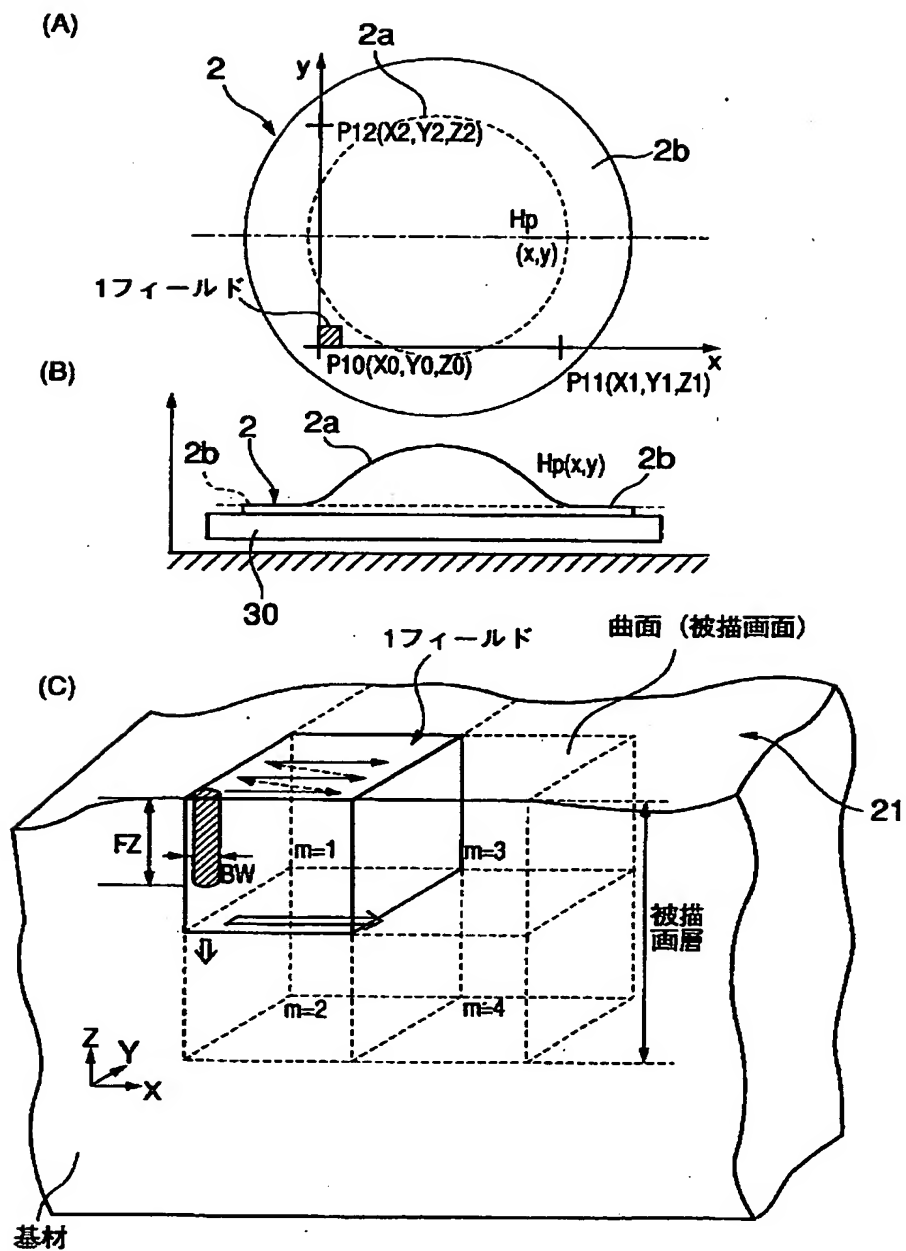
【図5】



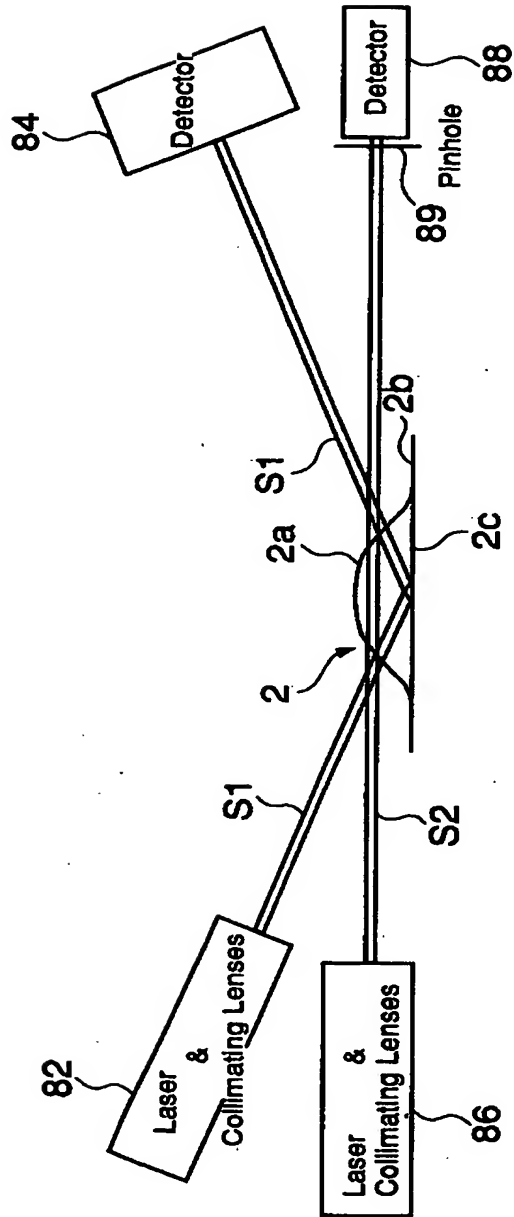
【図6】



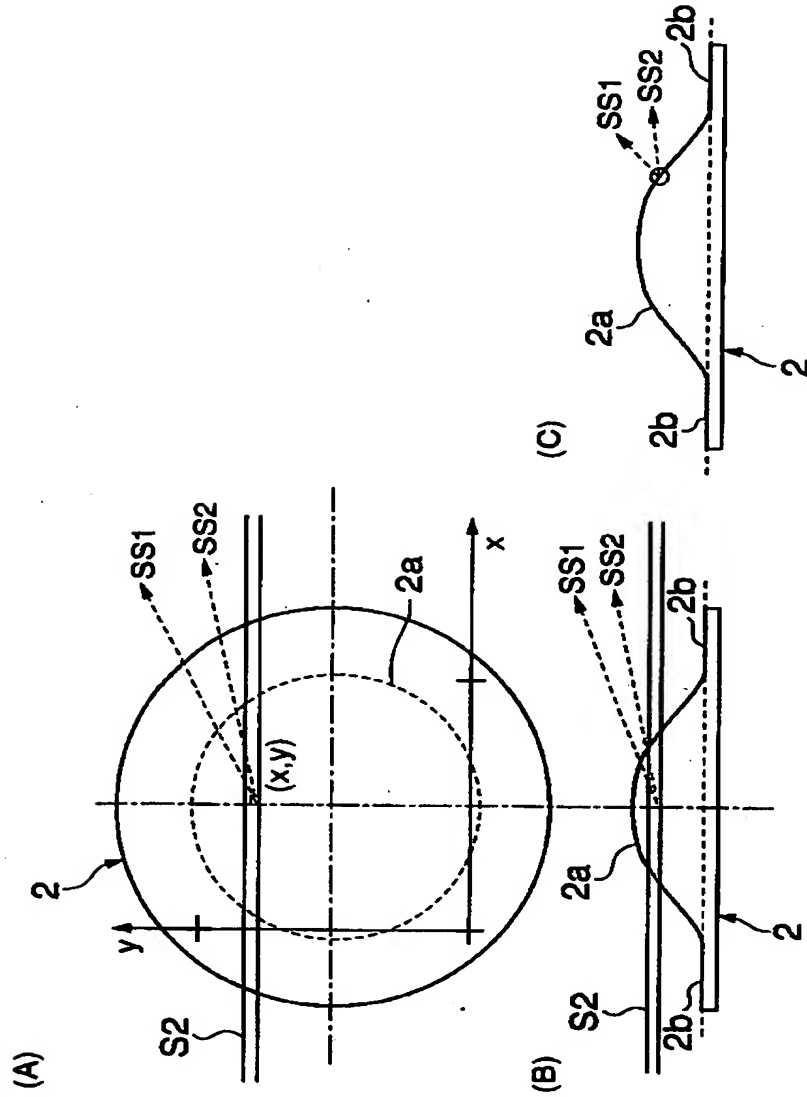
【図 7】



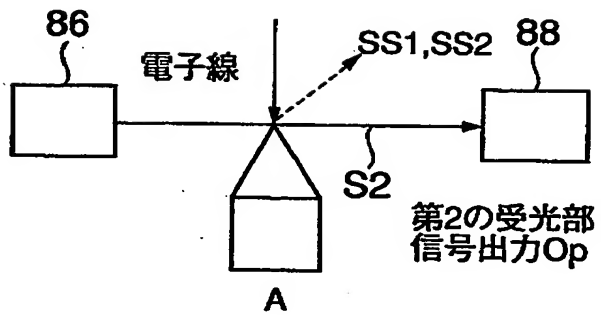
【図 8】



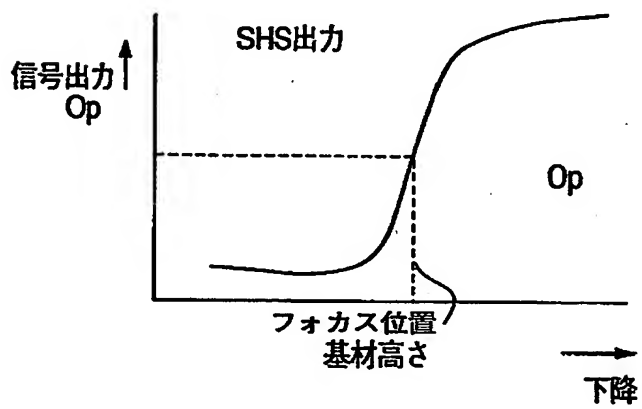
【図9】



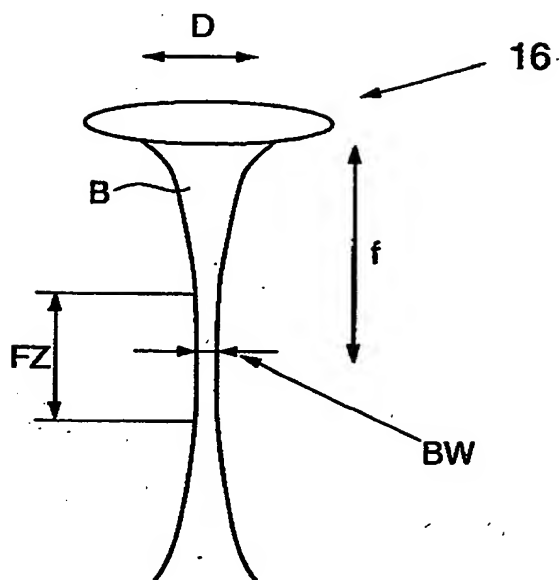
【図10】



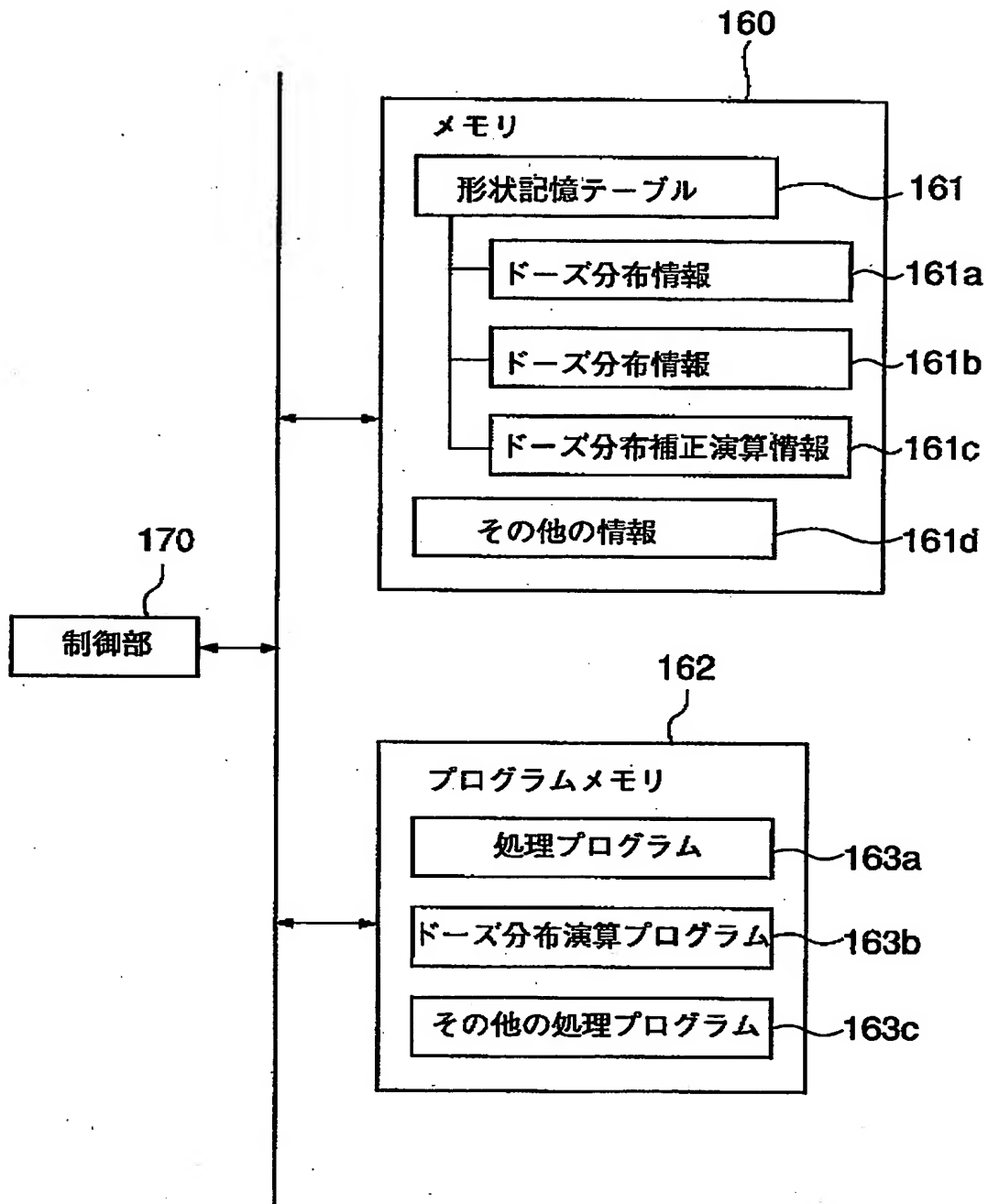
【図11】



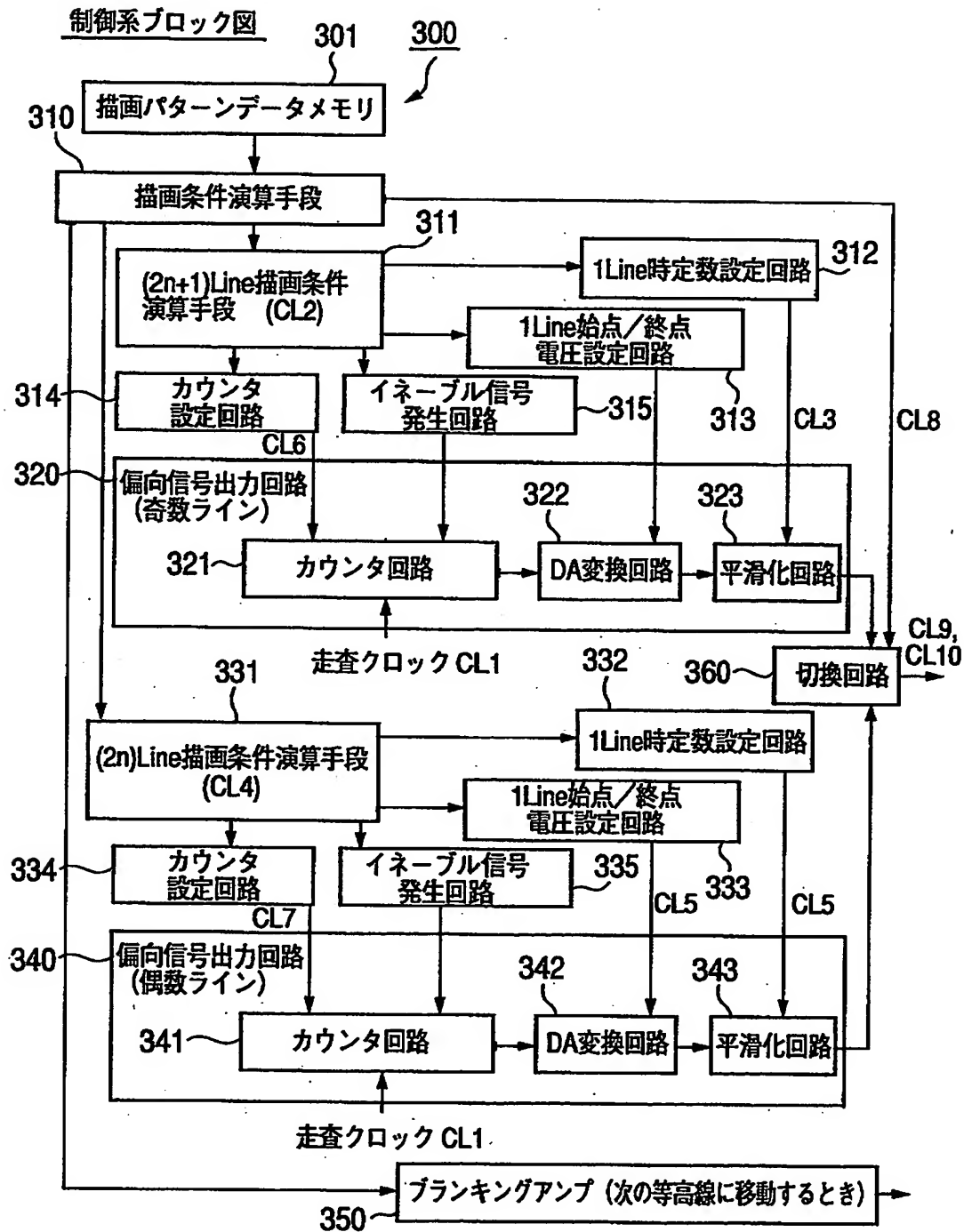
【図 1 2】



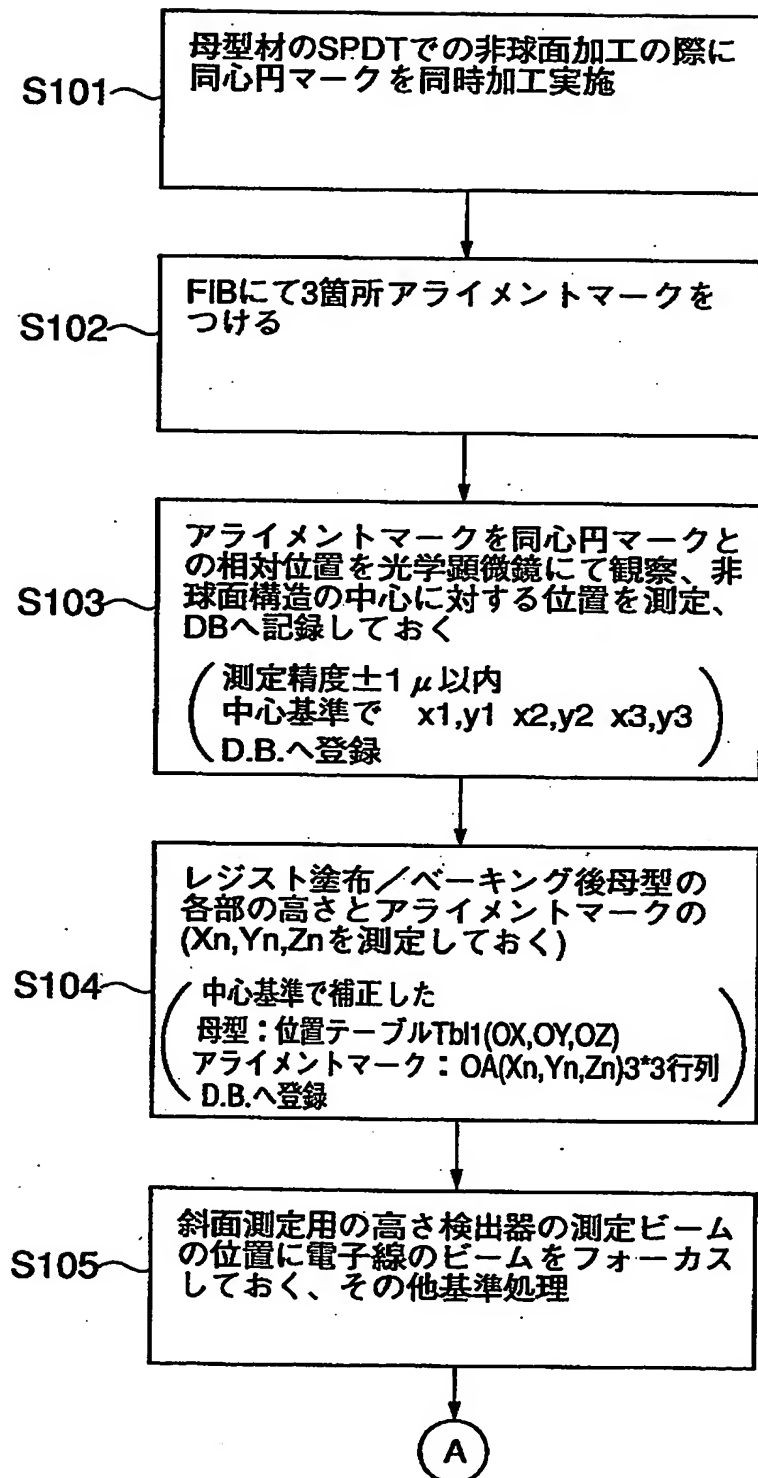
【図 13】



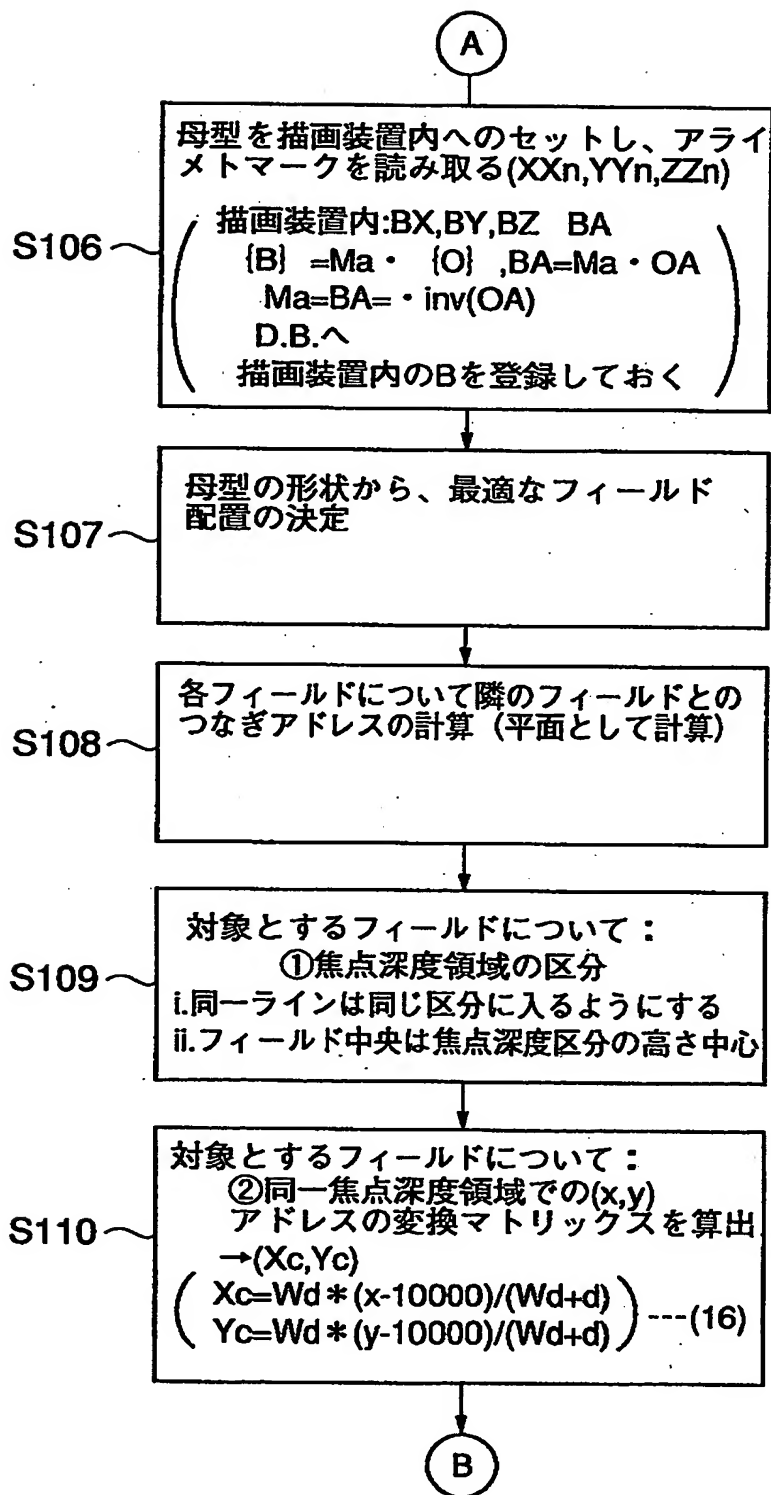
【図14】



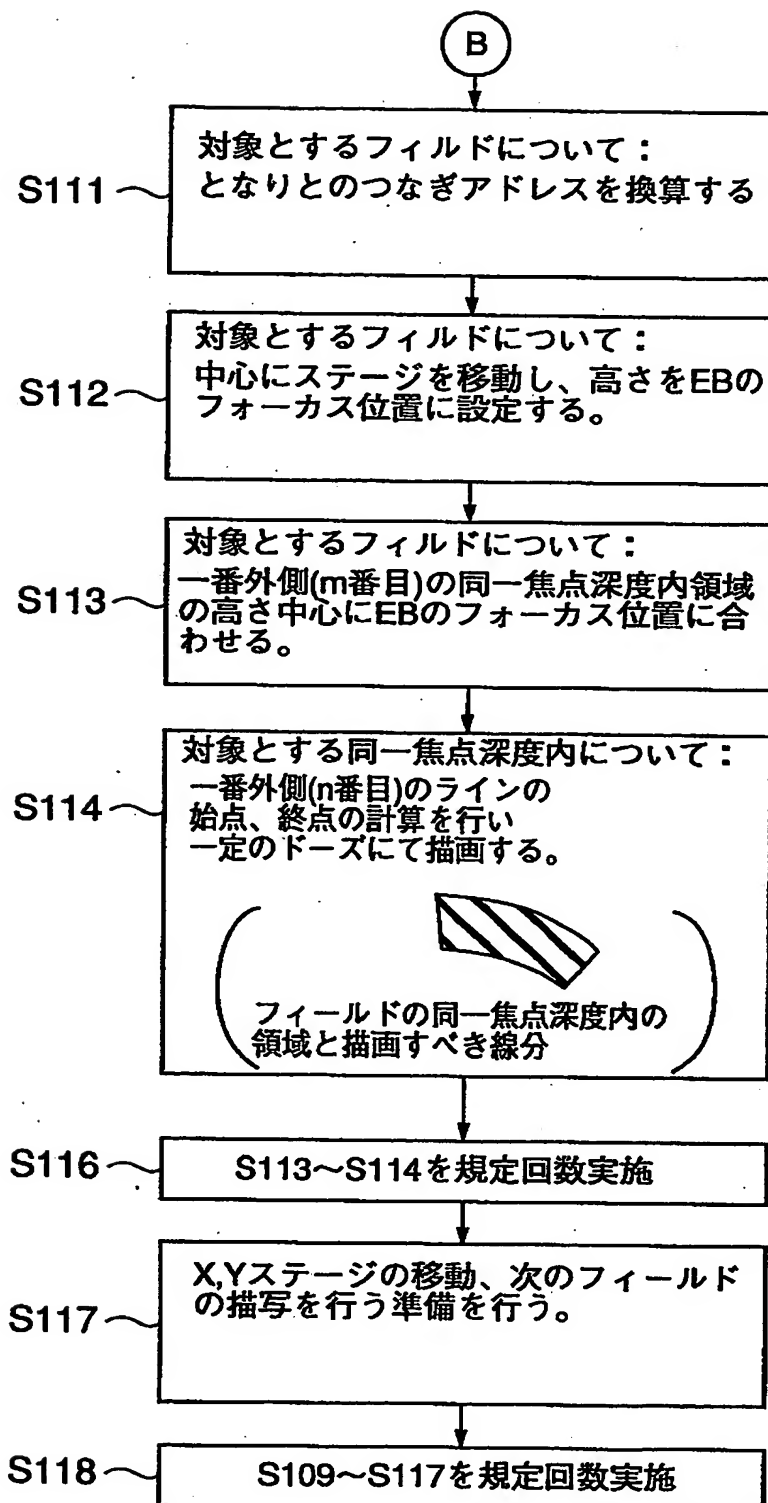
【図15】



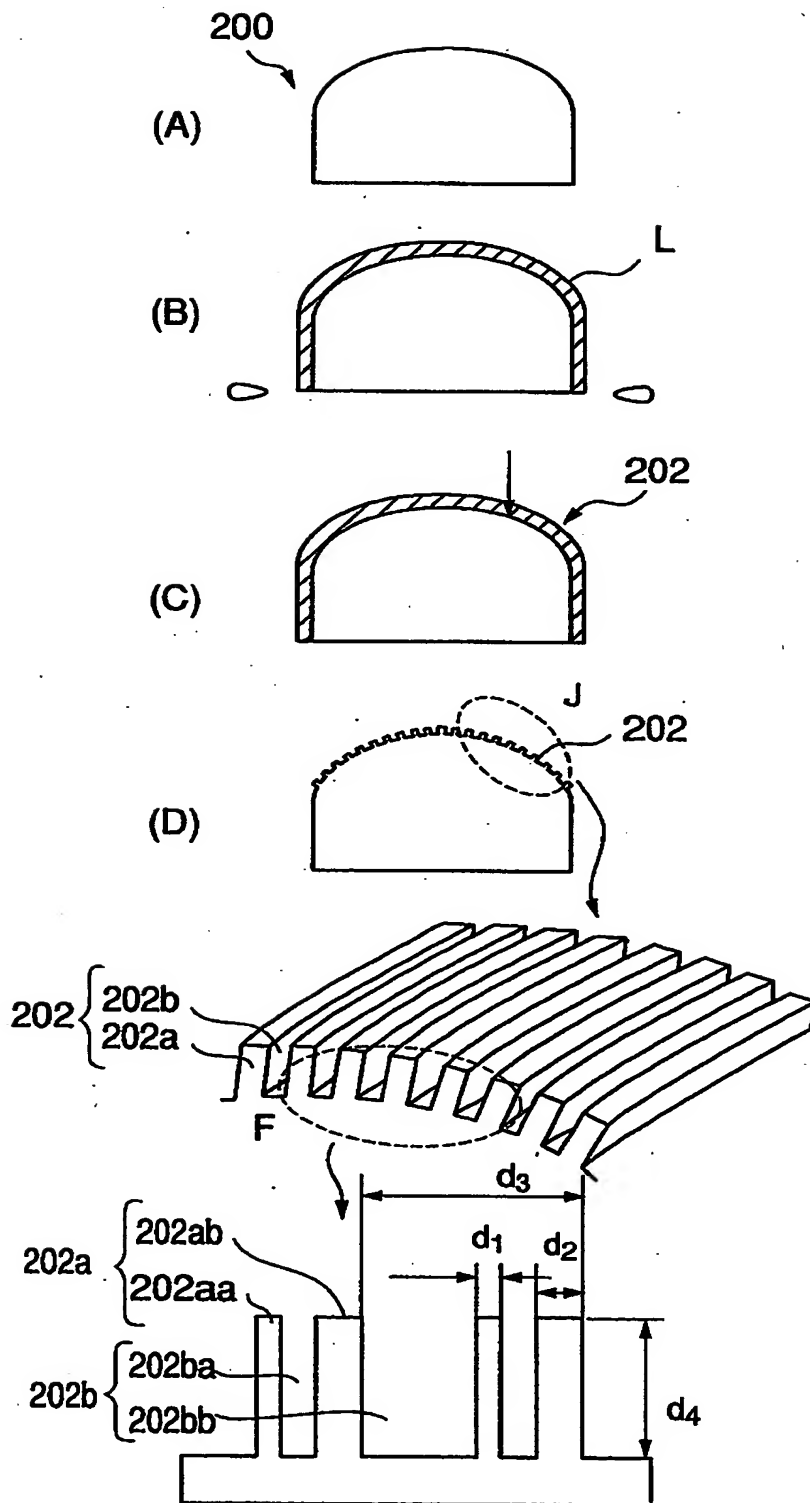
【図 16】



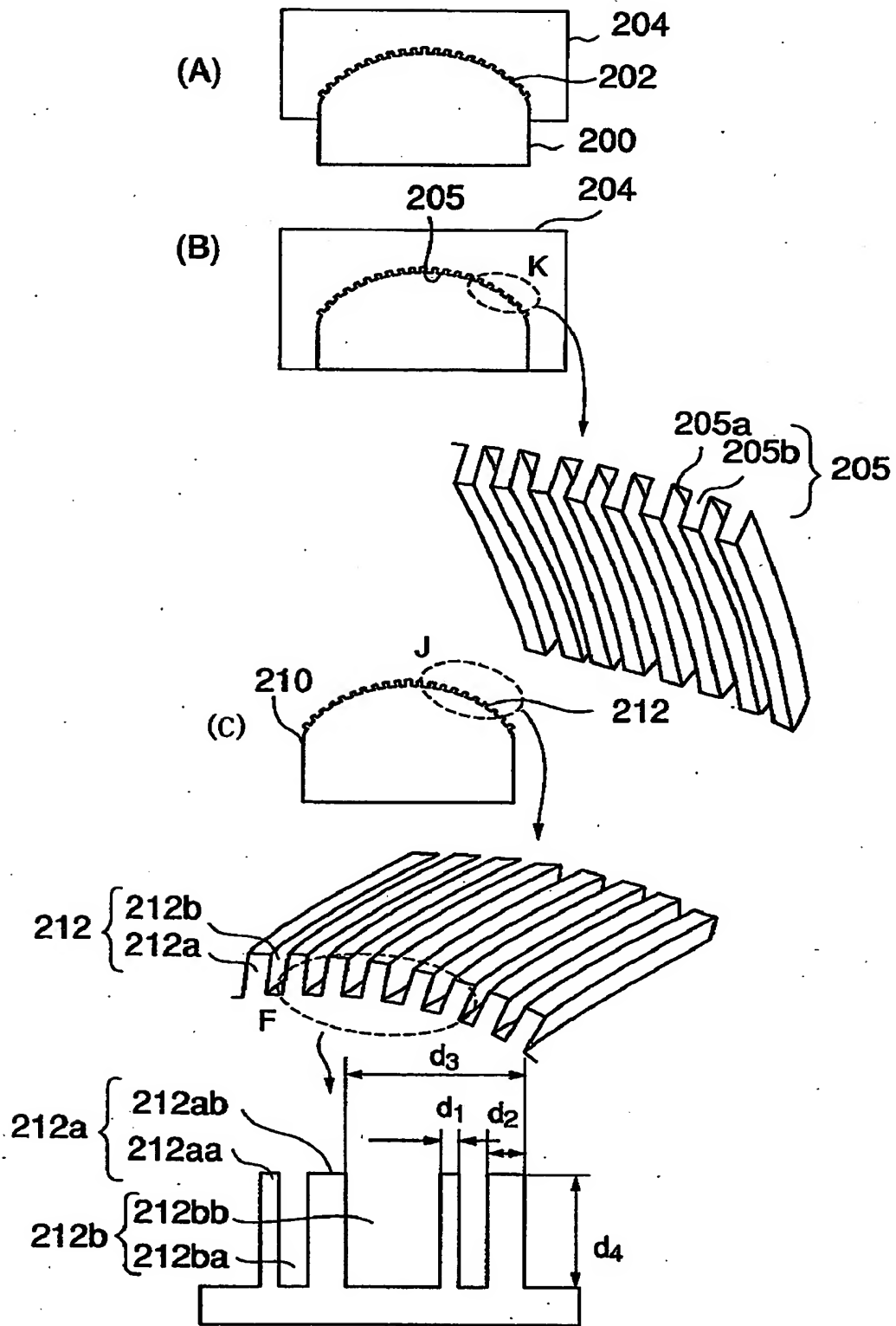
【図 17】



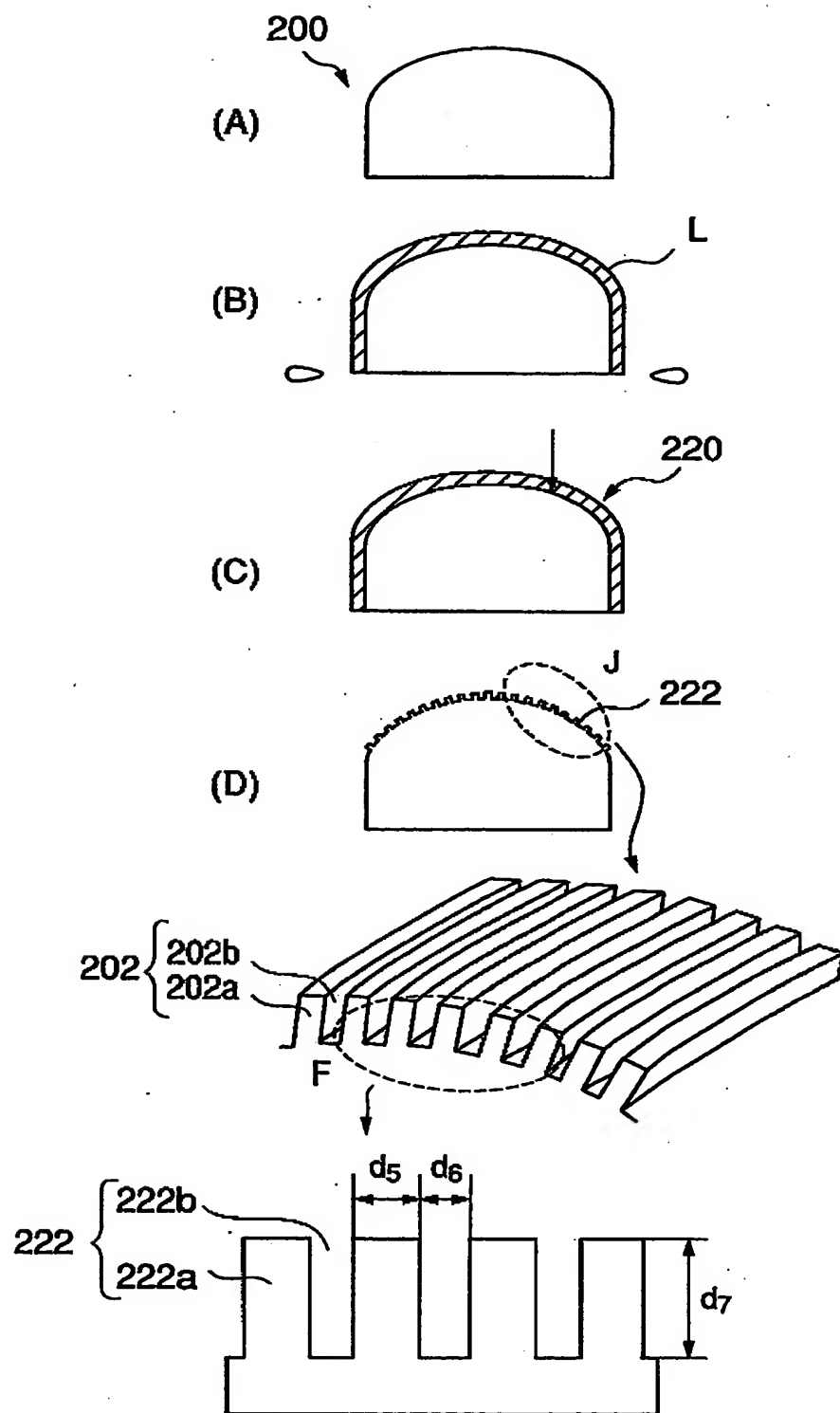
【図18】



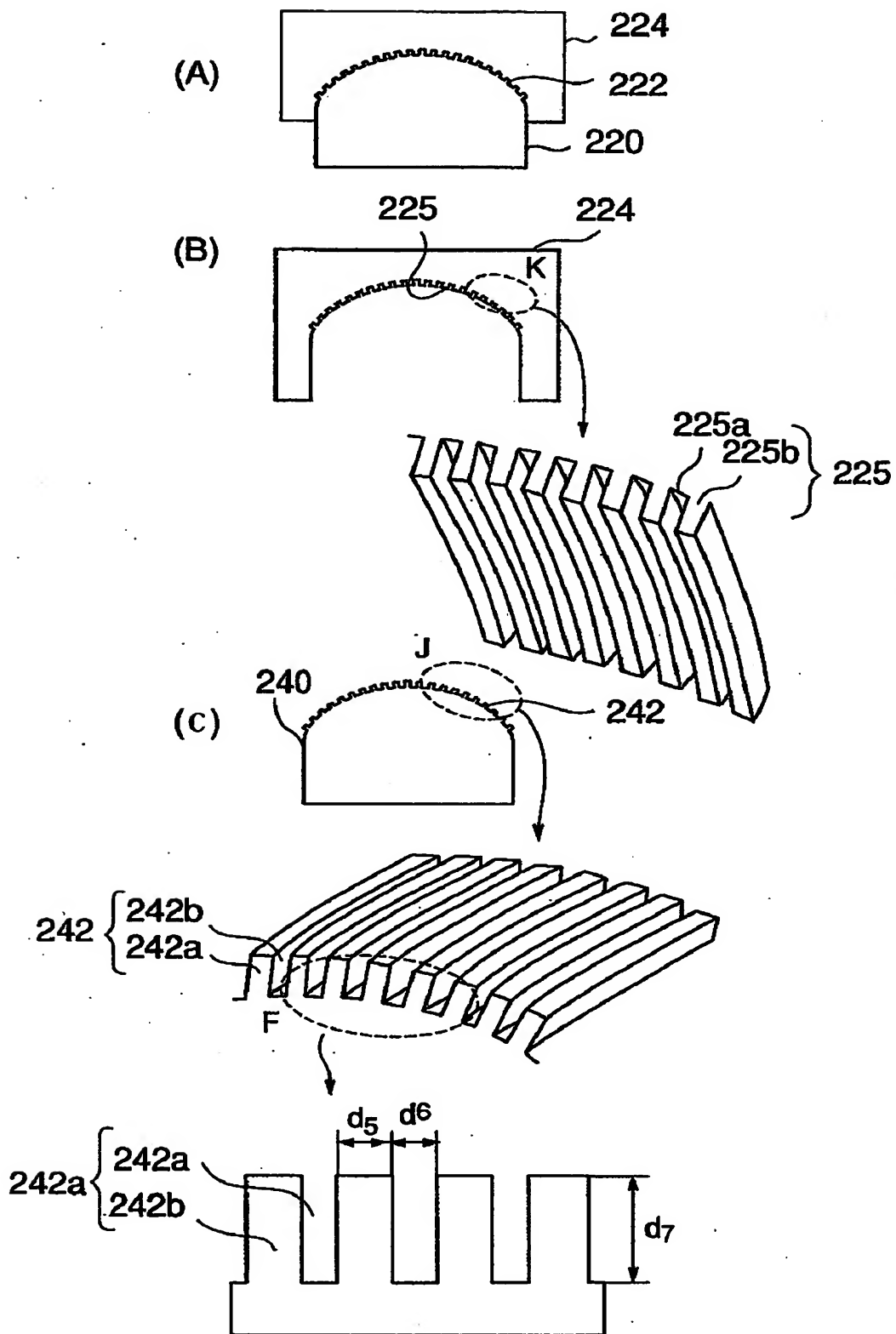
【図 19】



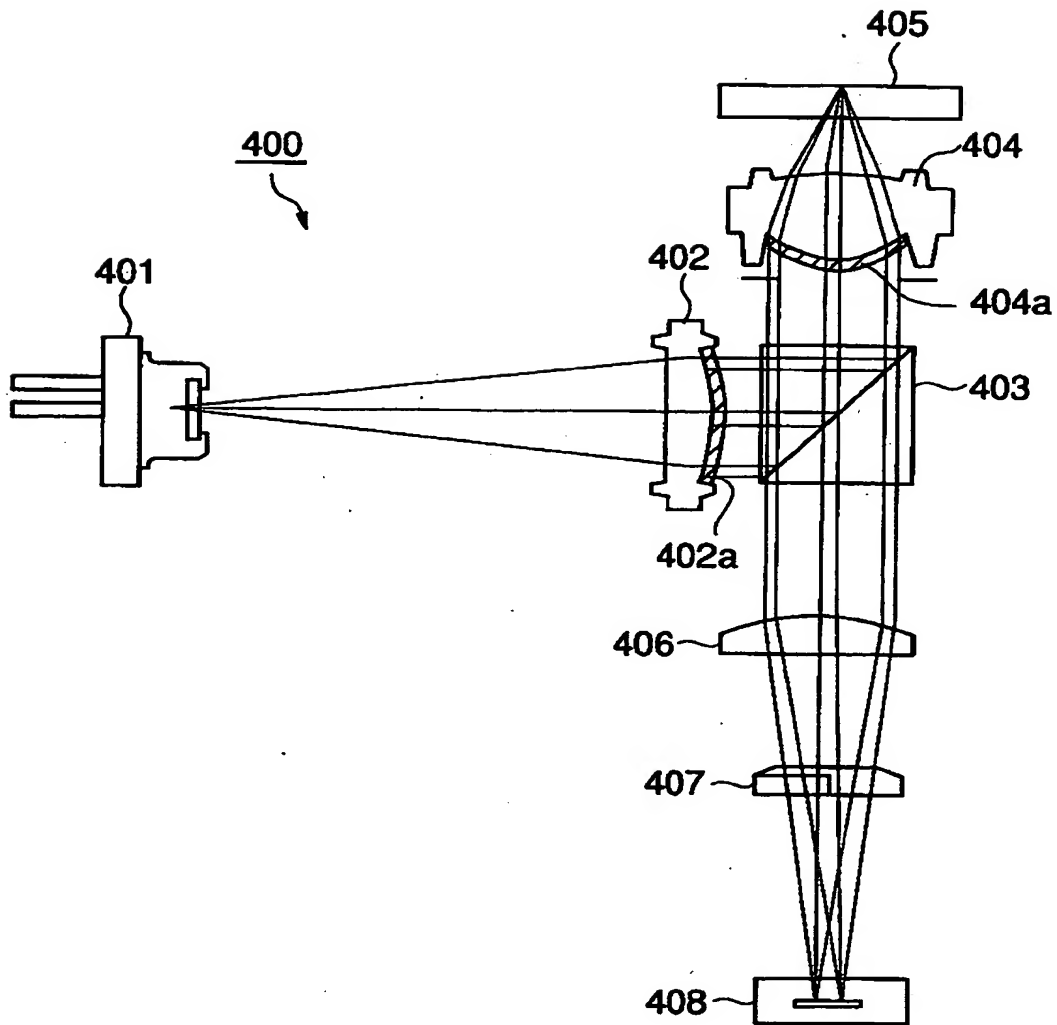
【図 20】



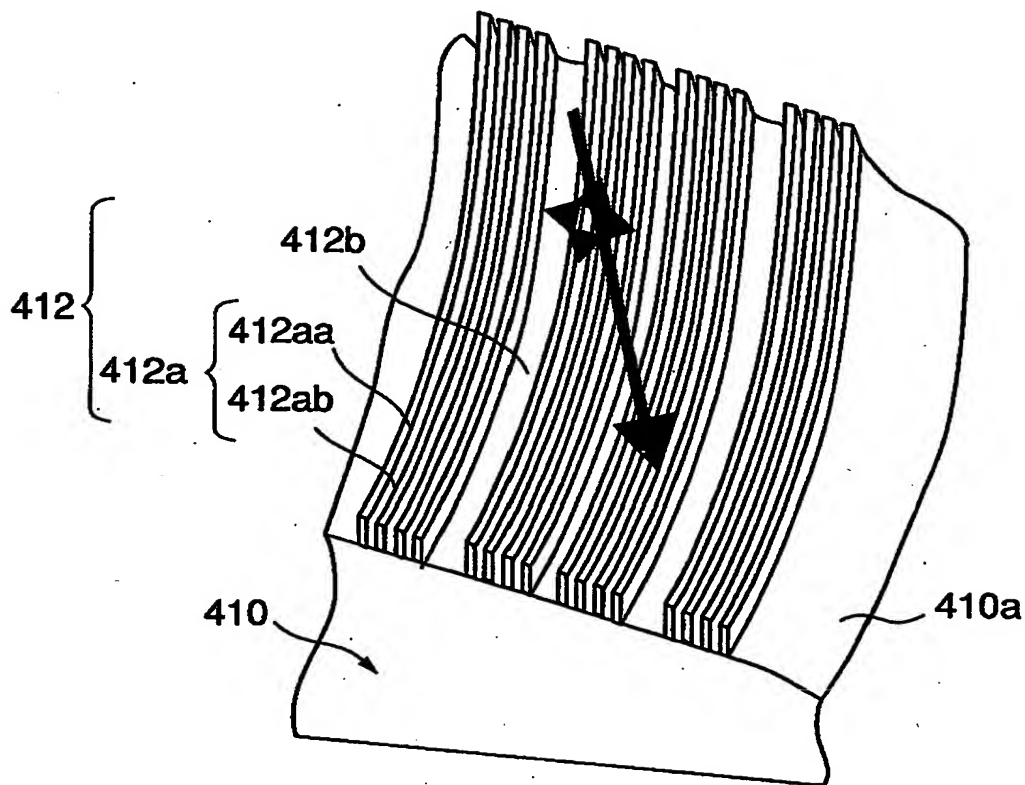
【図 21】



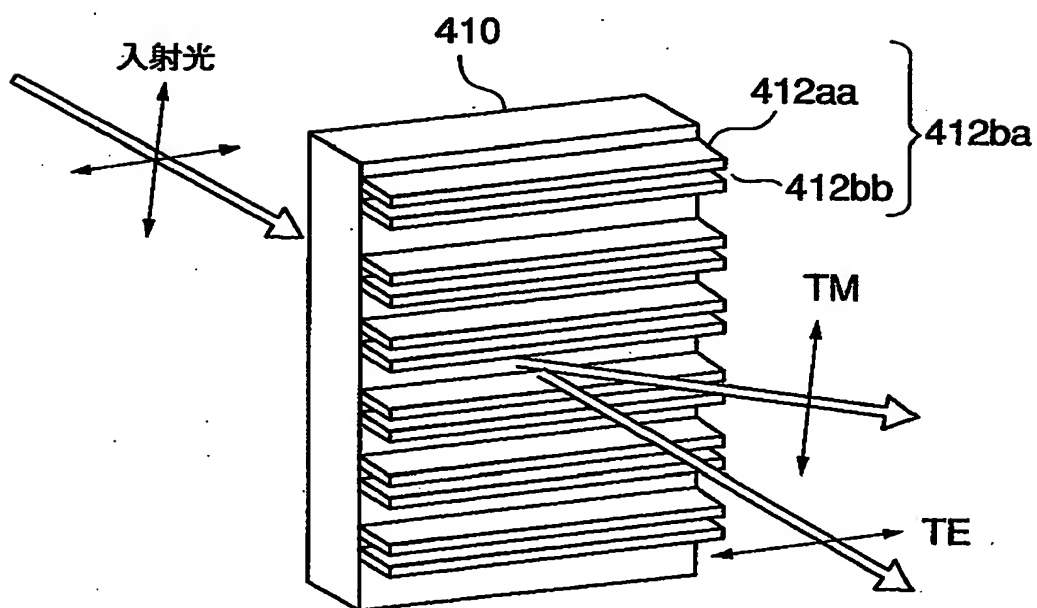
【図 2 2】



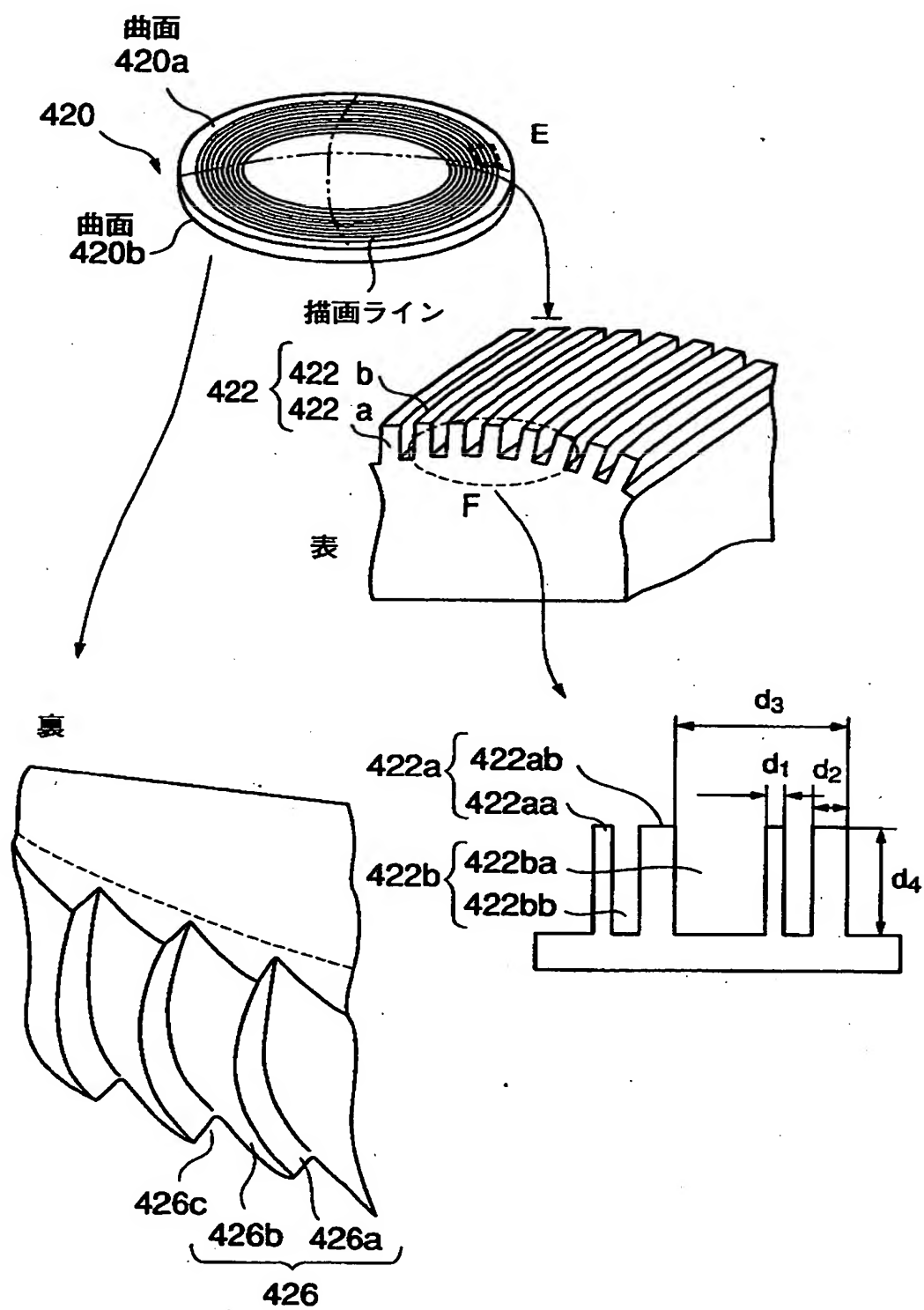
【図 23】



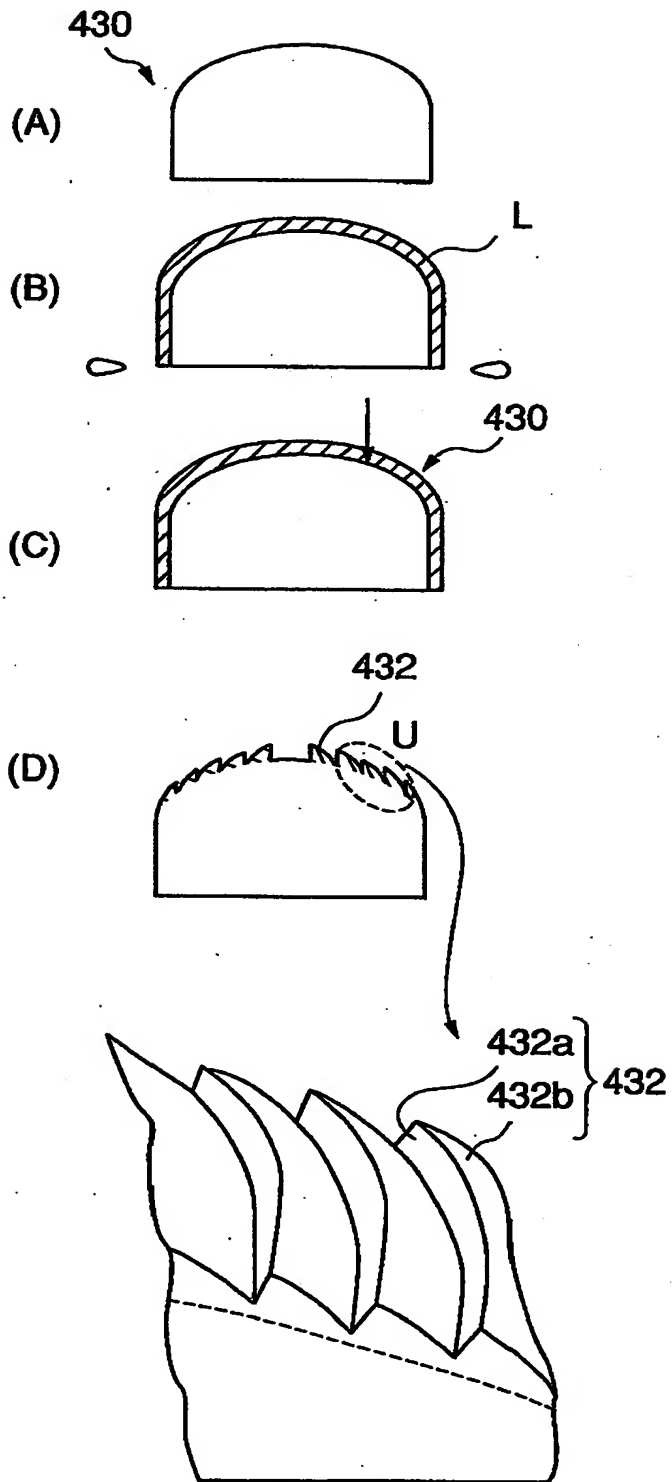
【図 24】



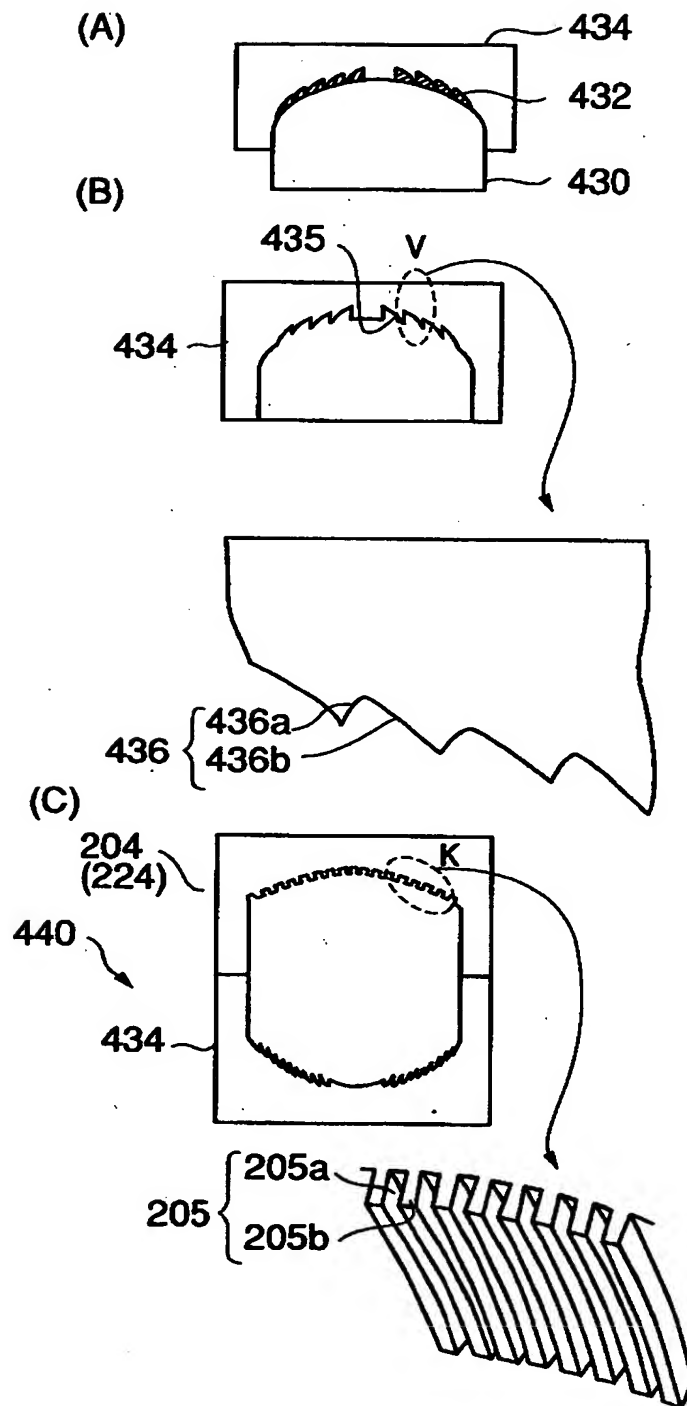
【図 25】



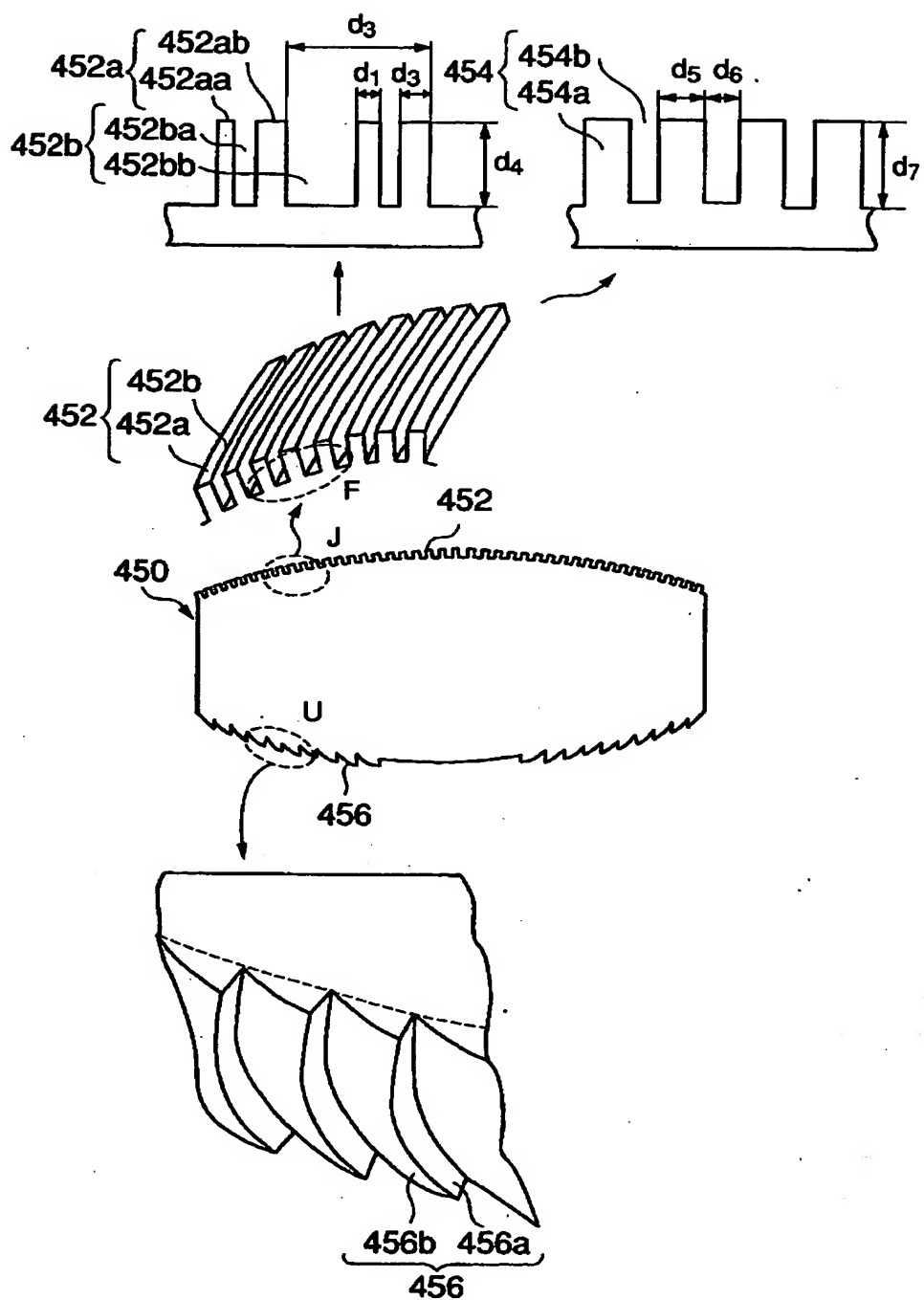
【図 26】



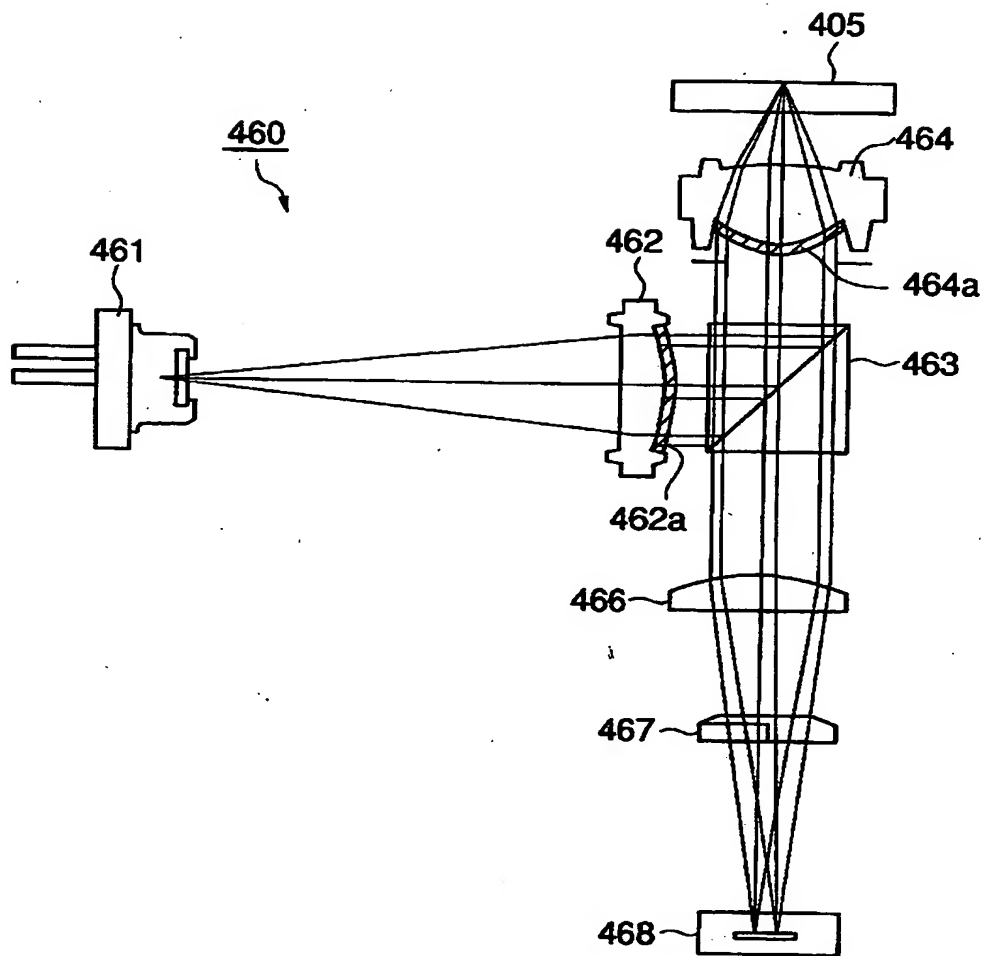
【図 27】



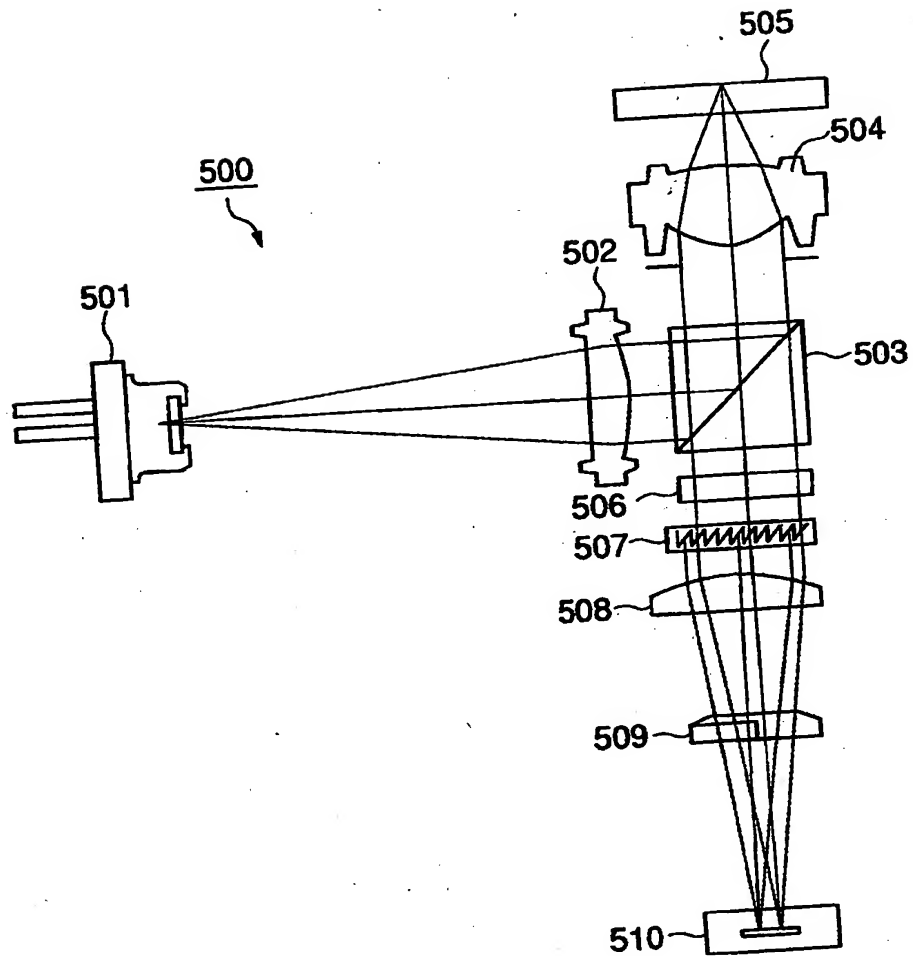
【図 28】



【図 29】



【図30】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、光ピックアップ装置、光学素子などの生産性の低下を防止しながらも、装置の小型化に寄与できる被描画基材、その金型、光ピックアップ装置、光学素子加工方法、その方法にて加工された基材、電子ビーム描画装置、及び光学素子を提供する。

【解決手段】 レーザー供給源からのレーザー光を平行光にする第1の光学素子、前記平行光を収束させる第2の光学素子、光磁気記録媒体にて反射されたレーザー光を第2の光学素子を介して平行光とし、前記平行光を前記第1の光学素子にて集光し、集光された前記レーザー光を受光させる受光素子、を含む。受光素子の出力に基づいて前記光磁気記録媒体上の記録情報を読み出す。第1の光学素子は、平行光を光路が近接したP、S両偏光からなる複数の光束に分離する偏光分離構造を有する。第2の光学素子は、該複数の光束のうち少なくともP、S両偏光の2つの光束に位相差を生じせしめる複屈折位相構造を有する。

【選択図】 図 2 2

特 2001-292053

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-292053
受付番号	50101409569
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年 9月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 9月25日

次頁無

特2001-292053

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001270]

1. 変更年月日

1990年 8月14日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

氏 名

コニカ株式会社